日本水產學會誌

第十五巻 第六號

Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries

Vol. 15, No. 6, 1949

目次

昭和二十四年

日本水產學會

The Japanese Society of Scientific Fisheries

TOKYO

CONTENTS

軟體動物の高級炭水化物消化に就て*
(たつなみがい及びふなくひむし)

（昭和 24 年 1 月 19 日受理）

1.　日本水產學會大會（關東支部設立記念大會）

場　所　橫須賀市久里浜　東京水產大学
期　日　昭和二十四年十一月七—九日の予定
行　事　研究発表（七日，八日午前）懇親会（八日晝）見学（八日午後，日曹，その他）

1. 研究発表の申込（題目，所要時間）は十月十日迄に東京水產大学内久保伊津男宛，願ひます。
2. 宿泊所（主食持参，一日　五百円位）の必要な方は九月三十日迄（水產大学，久保，宛）にねがひます。尚構内に外食券食堂があります。

2.　支部大會予告

北海道支部大会　九月二十一日　於函館
東北支部大会　十月十六日（予定）　於仙台

3.　御　願　ひ

下記会員の住所が不明です。御存知の方はお手数乍ら御一報下さい（庶務委員）

小川千秋　石黒庚戌　佐藤政彥

II.　実　験

1.　使用動物及び酵素液

a)　たつなみがい *Dolabella scapula* (Martyn)　昭和 22 年及び 23 年の 4 月から 10 月にかけ神奈川縣三崎油壺湾で採取した。本実驗期間中季節的に多少消化管中の食餌量に差はあつたが何れも内容物及び Cellulaee の存在を認めた。背部から切開し，消化系を取出し，消化液が洩れない樣にして，水

* 水產試驗場業績　第 111 号（1948～1949）

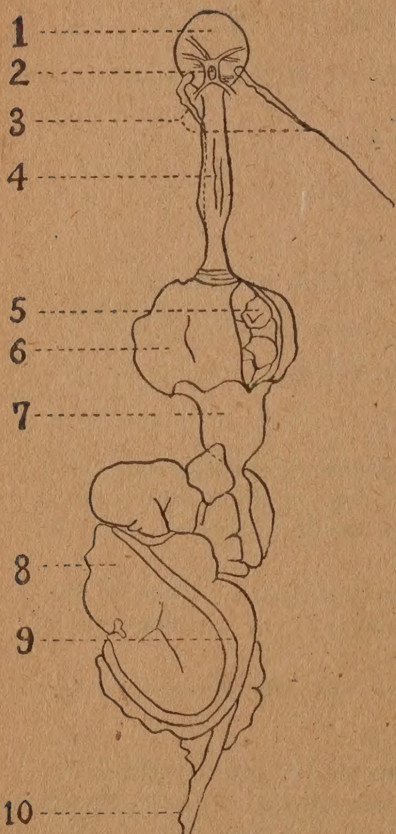


Fig. I.

1. 口　球 (Buccal mass)
2. 脳神経節 (Cerebral ganglia)
3. 唾　腺 (Salivary gland)
4. 食　道 (Oesophagus)
5. 胃　歯 (Gastric teeth)
6. 咀嚼胃 (Mastricatory stomach)
7. 胃 (Stomach)
8. 肝　臓 (Liver)
9. 腸 (Intestine)
10. 孔　門 (Anus)

洗後，各部に分割する (Fig. I)．各部臓器は消化液を少量の蒸溜水で洗去つた後，水道水，後蒸溜水で水洗する。肝臓と腸管は分離困難な爲一括処理した。最初消化液は胃の部分の消化液と腸管内容物を一緒にして処理したものを用ひたが，本報告では胃液のみ遠心分離したそのまゝのものを用ひ，腸管内容物は下記臓器と同様 Glycerin で抽出酵素液を作製したものである。

臓器は鋏で細切し（胃歯のみ予めペンチで細挫した）少量の石英砂を加へ乳鉢中でよく擂潰したものを殆ど同量の 87 % Glycerin 及び少量の Toluol を加へ ice box 中に一夜放置する。3～4 倍量の水を加へ攪拌遠心分離した後，残渣を水洗，再び遠心分離し上澄を合し，濾過して酵素液を作製する。これを適当に水で稀釈し，浸出液に対し臓器が 10 % となる様にした。

b) ふなくひむし *Teredo* sp. 昭和 22 年 8 月千葉縣小湊で採取した。海中に浸漬した木片を割りピンセットで肝臓部分を採取 90 匹より約 3.5 g を得た。上記同様 Glycerin で抽出して酵素液とした。

c) かたつむり *Euhadra* sp. 昭和 23 年 7 月東京都内で採取したみすじまいまいを解剖，8 匹から消化管及び肝臓部分 5 g を得た。

2. 使 用 基 質

a) Cellulose　基質として用ひた Cellulose は次の二種であるが人造絹糸を主に用ひた。尙予備実験として，たつなみがいの消化液及びかたつむりの内臓抽出液を用ひて，下記二つの基質以外に濾紙粉（灰分 0.33 % 銅價* 0.17）を用ひて基質の酵素に対する抵抗性を調べたが三者何れも生成還元糖量に大差を認めなかった[7]。

イ) 人 造 絹 糸　單纖維 25 本撚の Viscose 人絹で 6 den.，灰分 0.23 %，銅價 2.39．單纖維の濕抗張力 3.24 g のものである。

ロ) Hydrocellulose[7] 比重 1.20 の濃塩酸に脱脂綿を溶解し 15 分後水を加へて Hydrocellulose をコロイド狀に分離させ，水道水で Cl がなくなる迄透析した後水洗し，次にエタノールで洗つて乾燥した白色粉末で灰分 0.06 % 銅價 0.55 のものである。

b) Algin 酸ソーダ及び Xylan　右田・花岡・都築氏[8] より讓渡を受けたもので，昆布及び稲藁

* Knecht-Thompson 法。

から調製した精製品である。

3. 各酵素の検出法

Tab. I. に示す組合せにより 37°C 一定時間消化後乾燥濾紙で濾過し，その 5 cc を取り Hanes 氏法[8] により還元糖量を測定する。本試験（1）より酵素液対照（2），基質対照（3）を差引いたものを酵素により生成した還元糖量とし N/100 Hypo の消費 cc 数で示す。

Tab. I.

Digestion test and blank test

	Substrate g.	Enzyme sol. cc.	Buffer cc.
1) Digestion test	0.10	10	10
2) Blank test for Enzyme sol.	—	10	10
3) 〃 Substrate	0.10	Dist. water 10	10

尚基質に人造絹糸を用ひた場合は消化後水洗して K. S. 式 Senimeter[10] で單纖維の濕抗張力を測定して，Cellulase 判定の一助とする。尚人造絹糸は夫々緩衝液を加へた煮沸酵素液に上記と同一條件で放置し，濕抗張力の變化を測定したが全く張力の低下は認められなかつた。

III. 実驗結果

1. たつなみがい消化系中の Cellulase 存在部位

消化系 (Fig. I) の各臓器に就て Cellulase の存在を調べた結果は Tab. II の如くである。作用條件は MacLIvaine の緩衝液 pH 5.3 を使用し 37°C，3 日間消化させたものである。表に示す通り，

Tab. II.

Location of Cellulase in *Dolabella*

	Oct. 19, 1948			Oct. 28, 1948		
	Weight of organs. (mean.) g.	N/100 Hypo. cc.	Tensile strength of substrate. g.	Weight of organs. (mean.) g.	N/100 Hypo. cc.	Tensile strength of substrate. g.
Salivary gland				0.23	0.01	3.27
Oesophagus				1.21	0.07	3.38
Gastricteeth	5.3	**0.63**	**1.74**	2.20	**0.53**	**2.05**
Mastricatory stomach	7.4	0.06	3.18	5.70	0.05	3.21
Stomach	1.3	0.02	3.22			
Juice in stomach	ca. 6cc	**6.11**	**0***	ca. 4.5 cc		
10 %					**2.43**	**1.26**
Intestinal contents	35.0	**0.23**	**1.70**			
Liver and intestine	32.5	0.07	3.00			

* pasty.

消化液及び胃歯の外はその存在を認め得なかつた。遠藤氏[5]は肝臓部分に Cellulase の存在を認められてゐるが，著者等は各季節 5～6 回に亘る予備試験に於て消化液には常にその存在を認めたが肝臓部分（腸管を含む）には検出し得なかつた。この点，遠藤氏の記載は明確を欠く点があるが腸管内容物を一緒に処理されたのではなからうかとも想像される。

胃歯に Cellulase が検出し得ることは極めて興味深い。消化液中にはかなり強力な Cellulase が存在するにも拘らず，臓器中では胃歯のみに認め得た。胃歯が唯一のの Celiulase の給源とはいへなくても消化液中の Cellulase の一部は少くとも胃歯に由来すると考へて差支へない様である。この点定量を行へば更にはつきりするものと考へられる。又，胃歯には Tab. III に示す様に，可成り強力な Amylase 及び Alginase, Xylanase の存在を証明し得た。尚，念の爲め，胃歯はよく水洗後，全体を用ひたものと消化液に接すると思はれる部分（胃歯の約 1/3）を除いた残りの部分に就て Cellulase の試験をした結果殆ど差異を認めない。即ち，胃歯自身に酵素が包含されることは間違ひない。以上のことから胃歯は單に機械的に食物を破砕するだけでなく破砕と同時に胃歯も漸次減磨しつゝ酵素を供給するものと考へられる。これは弁鰓類（Lamellibranchia）或ひは或種の腹足類（Gastropoda）の Crystalline style と機能が類似して居り，全く腺組織を有しない，例へて見れば酵素の塊とも称すべきものを形成してゐるのは軟体動物の消化生理上極めて興味深い。たつなみがいの胃歯は褐色で，かなり固く，水中に浸漬しても，亦煮沸しても溶解せず，この点 Crystalline style と趣を異にする。

次に，たつなみがいの消化液は Cellulase 原料として好箇のものと思はれる。（Tab. I） Tab I に示す例は秋季，消化液内容が比較的少い場合で夏期（9月）の例では5匹から ca 250 cc の消化液を得ることが出來た。

2. たつなみがい消化液 Cellulase の至適 pH

Cellulase の至適 pH に就ては原料により多くの價が挙げられてゐる。[1) 2) 7)] 一般に黴類[2) 12)] では酸性側にある様であるが*，軟体動物ではかたつむり 5.28, *Pterocera* 5.85, なめくぢ（*Limax*）5.0（*Arion*）6.0 等が挙げられ 5～6 の範囲にあるものといへよう。

昭和 23 年9月たつなみがい5匹（2.505 g）より胃液の遠心分離上澄液 ca 200 cc を得た。基質には人造絹糸を用ひ夫々の pH に調製した MacLIvaine の枸櫞酸塩酸衝液を用ひ 37°C 15 時間作用さ

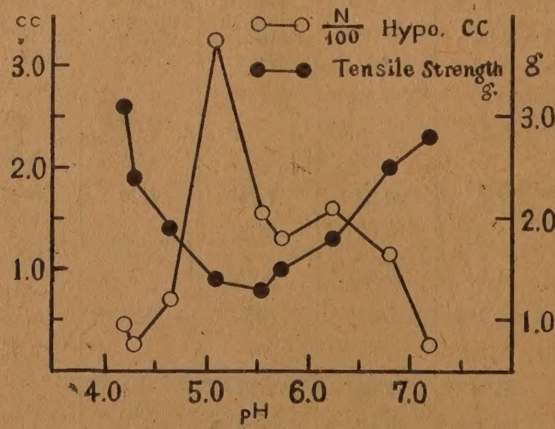


Fig. II.

* くろかび 4.6, *Irpex lacteus* 3.6[12)], *Aspergillus* 4.5[2)].

せ常法通り生成還元糖量を測定した。酵素液に含まれる被解質並びに各種酵素によつて pH 6~7 附近に於ては著しく消化液中の還元性物質は大となる。この点消化液をそのまゝ用ひるのは opt. pH を測定するのには不適の憾はあるが夫々酵素液対照を差引いて Cellulase による生成還元糖量を図示すれば Fig. II の如くなる。尚図中の pH は反應終了時の pH を示したものであるが，pH 4.8~6.3 では前後を通じ pH の変化は 0.1 を超えなかつた。

即ち，生成還元糖量に於ては pH 5.1 附近，糸の抗張力低下に於ては pH 5.5 附近にあることを知る。糸の抗張力の低下が物理的・化学的変化の如何なる要素を示すか明かでない限りその意義を云々することは出來ないが，Cellulase を酵素群と考へれば，糸の抗張力低下の opt. pH と生成還元糖の opt. pH は相違しても差支へないものと思はれる。何れにしても，糸の抗張力の低下が Cellulase の有力な定性的判定に利用出來ることは本実験からも納得されるであらう。

3. 供試動物の Amylase, Alginase, Xylanase 及び Cellulase

Cellulase の基質は Hydrocellulose を用ひ Amylase の場合は國產化学製可溶性澱粉を使用した。緩衝液は凡て燐酸塩緩衝液を用ひ，Amylase pH 5.8, Alginase pH 7.2, Xylanase pH 6.0, Cellulase pH 5.3 とした。Tab. I に示した組合せにより，Amylase のみ作用時間 2 時間で他は凡て 37°C 6 日間消化させた。

実験結果は Tab. III に示す通りで，たつなみがい肝臓（腸管を含む）は昭和 22 年 9 月，胃歯は Tab. II の 2 に示すものである。

Tab. III.

N/100 Hypo. cc	Amylase	Alginase	Xylanase	Cellulase
Liver of *Dolabella*		3.44	0.70	
Gastric teeth of *Dolabella*	4.93	2.70	0.32	Tab. II
Liver of *Teredo*		0.62	2.82	0.58
Viscera of *Euhadra*		5.62	0.98	2.75

本表に示す様に，ふなくひむし，かたつむり，たつなみがい胃歯に夫々標記の酵素を認め得た。因に大槻氏[11]は邦產かたつむりに Cellulase 其他の酵素を認めたが Xylanase は存在しなかつたことを報じてゐる。

上記の結果で特に興味があるのは，あじも或ひは海藻を食餌とするたつなみがいと木材穿孔するふなくひむしでは同一規模に於て Xylan の場合の生成還元糖量と Algin 酸ソーダの場合のそれが丁度逆の関係を示し，その食性の相違に符合してゐる。

結　　論

1. たつなみがい消化系中の Cellulase の存在部位を調べて消化液と胃歯にその存在を認め，肝臓其他の臓器には認め得なかつた。

2. たつなみがいの消化液 Cellulase の至適 pH は 5.1 にあり，糸の抗張力測定によつて Cellulase 検出が確められることを示した。

3. たつなみがいの胃歯は弁鰓類の Crystalline style に似た機能を有するものであり，Amylase, Alginase 等の酵素を含有することを明にした。

4. ふなくひむし，邦產かたつむりの Alginase Xylanase, Cellulase の存在を認めた。

最後に始終御親切な御指導と御校閲を賜つた水產試驗場右田正男博士，解剖其他に關して種々御教示を仰いだ同瀧庸博士，並にふなくひむしの採取に御便宜を與へて下さつた水產講習所猪野峻教授に感謝致します。

文　　　献

1) C. M. Yonge: Science Progress 32, 638 (1938)
2) C. Oppenheimer: Die Fermente und ihre Wirkungen. 512 (1937)
3) 大槻: 動物学雑誌 42, 411 (1930)
4) 大島: 日農化 7, 328 (1931)
5) 遠藤: 動物学雑誌, 46, 351 (1934)
6) C. R. Harington: Biochem. J.,. 15, 736 (1912)
L. C. Boynton und R. C. Miller: J. Biol. Chem., LXXV, 613 (1927)
7) C. Oppenheimer und L. Pincussen: Die Methodik der Fermente S. 284 (1928)
8) 右田・花岡・都築: 水產試驗場報告 No. 8, 98 (1937)
9) 櫻田: 人造纖維要覽 169 (1940)
10) 大槻: 動物学雑誌 42, 377 (1930)
11) 宮本・西沢: 陸軍獸医 396, 778 (1942)
12) E. Sawano: The Sci. Rep. of the Tohoku Imp. Univ. 4, 327 (1929)
C. M. Yonge: Rep. Great. Barrier Reef Exped., Vol. 1, No. 10. (1932)
C. Berkeley: Biochem. Jour., 27, 1357 (1933)
C. Berkeley: Biol. Bull. 68, 107 (1935)

草魚の高級炭水化物消化に就て*

（昭和 24 年 1 月 19 日受理）

右田正男・橋本芳郎
（水產試驗場）

On the Digestion of Higher Carbohydrates by Zsuau-hi (*Ctenopharyngodon idellus* Cuvier & Valencienns.)

M. MIGITA and Y. HASHIMOTO

SYNOPSIS

Zsuau-hi, a common fresh water fish in China and Formosa, is a well-known grass feeder.

It is attempted to obtain some knowledge about digestion of higher carbohydrates, especially of cellulose, by this fish. Examining digestive enzymes and also intestinal contents, we have come to conclusion that Zsuau-hi does not digest cellulose at all. When vegetable tissues are taken, only protoplasma of cells are utilized, whereas cell membrane remains unchanged.

Among the digestive enzymes in question, amylase was active, xylanase was detectable, but not alginase and cellulase. (Tab. I)

Compared with carp, in the enzymes, length of intestine (Tab. II) and other respects, Zsuau-hi seemes to show no significant difference in digestion process of higher carbohydrates.

I. 緒　　言

草魚（*Ctenopharyngodon idellus* Cuvier & Valencienns）は滿州，中華民國の全土の河川に棲息し，台湾では Zsuau-hi と呼ばれ，中國から魚苗を取寄せて各地で飼育され重要な淡水養殖魚の一つとなつてゐる。戰前我國にも一部魚苗が輸入され養殖が試みられた。

草魚はその名が示す樣に，雜草を嗜食する特異な食性を有してゐる。然し必しも雜草を必要とするものではなく，鯉同樣人工飼料で飼育し得る。

その食性は我々が現在行ひつゝある魚類消化生理及び養魚餌料の研究上極めて興味深いものである。即ち，雜草を食べた草魚がどの程度迄これを消化しうるかは，最近実用化を目指して研究が進められてゐた雜草の餌料化或ひは未利用資源の餌料化に或る示唆を與へ得るものと考へて本研究を行つた。

元來，魚類には Cellulase は未だ發見されてゐない。Hemicellulose である Algin 酸及び Xylan は澱粉同樣糖源として利用され[1]，夫々の分解酵素の存在[2]することは著者の一人右田及び協同研究者によつて確め得た処である。草魚が雜草を嗜食する点で特に注意すべきことは，雜草が一般養魚餌料に

*　水產試驗場業績　第 112 号（1948～1949）

比べ著しく繊維物質に富むことである。従つて著者等は先づ高級炭水化物の消化を検討して見た。この為に，消化系の酵素を檢出する方法と，腸管内容物を観察する方法を採用した。

II. 実　　　験

1. 消化酵素の檢出

A. 酵素液の調製

鯉（*Cyprinus carpio* L.）及び草魚を用ひたが，何れも腹部を切開して，肝膵臓を丁寧にピンセツトで採取し，腸管は肝膵臓を充分除いて消化管内容物を採取した後，水洗，血液其他を除いて腸管を得る。但し，鯉は腸管内容物が殆どなく，採取しなかつた。

採取した臓器は鋏で細切し，少量の石英砂を加へ，乳鉢でよく擂潰したものに略々同量の 87 % Glycerin を加へ，Toluol で防腐して冷蔵庫に一夜放置する。次に蒸溜水を 3～4 倍量加へ，充分攪拌して遠心分離し，残渣は少量の水で洗ひ，上液を合して吸引濾過，半透明の酵素液を作製する。これを適当に水で稀釈して，臓器が抽出液に対し 10％（鯉の肝膵臓の場合のみ 5％）となる様にした。

尙，使用した鯉（体長 23 cm，体重 251 g 肝膵臓 5.1 g. 腸管 8.5 g.）は 1948 年 8 月東京都下の養鯉所で得たもので，草魚（体長 41 cm. 体重 1,145 g 肝膵臓 7.2 g. 腸管 41.0 g. 腸内容物* 62.0 g.）は戰前中國から輸入され長野縣下で鯉と混養されたものである。1948 年 8 月水產試驗場上田分場で採取，臓器を Glycerin 漬とし Toluol で防腐，氷で冷却して東京に持參した。

B. 各酵素の檢出

a) Cellulase……海產軟体動物のふなくいむし（*Teredo* sp.），たつなみがい（*Dolabella scapula*）等で夫々 Cellulase の檢出に用ひ得ることを確めた方法である[3]。基質には人造絹糸（25本撚ヴイスコース人絹，6 den.，灰分 0.3％，銅價 2.39）を用ひた。緩衝液は McLIvaine 氏緩衝液（pH 5.3）10 cc を用ひ，酵素液 10 cc，基質 0.1 g. の混合液を 37°C 6 日間 Toluol 及び Chloroform で防腐して消化させる。消化後乾燥濾紙で濾過しその 5 cc. を取り，Hanes 法[4] で還元糖量を測定する。これから酵素液対照及び基質対照を夫々差引いたものを Cellulase により生成した還元性生成物量とし，N/100 Hypo. の cc 数で示す。

尙，基質に用ひた人造絹糸の單繊維濕抗張力を K.S 式 Senimeter で測定して判定の一助とした[5]。

b) Alginase, Xylanase……全く Cellulase の場合と同様で，基質としては精製 Algin 酸ソーダ及び精製 Xylan を用い，夫々 pH 7.2 及び pH 5.0 の McLIvaine 氏緩衝液を使用する。

c) Amylase……可溶性澱粉 1％溶液と pH 5.8 の McLIvaine 氏緩衝液各 5 cc に酵素液 5 cc を加へ，37°C 2 時間消化後，消化液 5 cc 中の還元糖量を測定する。この場合も酵素液対照，基質対照を上記と全く同様に設ける。

C. 結　　果

各酵素の檢出結果は Tab. I の通りである。

Tab. I.

		Amylase	Alginase	Xylanase	Cellulase	
		Reducing matter produced. (N/100 Hypo. cc.)				Tensile strength of substrate g.
Carp	Intestine	5.05	0.10	0.02	—0.04	3.11
	Hepatopancreas	5.52	—0.09	—0.17	—0.06	3.11
Zsuau-hi	Intestine	5.15	—0.16	0.37	—0.06	3.18
	Intestinal contents	3.50	—0.08	0.32	—0.06	3.16
	Hepatopancreas	4.97	—0.15	0.11	—0.03	3.16
Original tensile strength of substrate (Artificial silk)						3.24

* 腸管内容物には多量の水草と砂，泥を認めた。

本表から判る通り還元性生成物量及び糸の張力の低下の何れからも Cellulase は全く検出されない。Alginase は存在するとはいへないが，草魚の腸管及びその内容物に微弱ではあるが Xylanase が存在するらしいことは注意を要する。これは著者の一人右田及び谷川氏[2] の研究と考へ併せ，食性と酵素の関係で説明すれば一番妥当の様である。但し Amylase と比較すれば Xylanase の強さは問題にならない程度といへる。

2. 腸管内容物の観察

採取前日雑草を充分與へ，翌日腸管を内容物と共に採取，フオルマリンで固定した。全体として内容物に関しては次のことがいへる。

細胞内容たる原形質は漸減するが，Cellulose が分解してゐるとは考へられない。即ち，Pecto-cellulose 組織，Ligno-cellulose 組織共口に近い部分から腸の末端迄，外觀的に差はなく，又呈色反應（Chlor-zink-jod 反應）に於ても腸の末端附近迄明な陽性を示す。尚ヨード澱粉の十字ニコル檢査の結果によると植物組織中の澱粉粒は時に残存することもあるが殆どこれを欠いてゐる。以上のことから雑草の柔細胞組織の原形質内容のみが消化吸收されるものといへよう。

3. 消化管長の比較

陸上草食動物の腸が極めて長いことから，或ひは草魚に於てもかゝる傾向が認められるかも知れないと考へて，消化管長を測定，近緣の鯉と比較して見た。その結果 Tab. II に示す様に両者全く差を認め得なかつた。

Tab. II.

	No. of Sample	Body weight g.	Body length (I) cm.	Intestine length (II) cm.	Ratio of II I (III)	Mean of III
Carp	10	185—300	19.5—23.0	42—65	2.0—3.2	2.46±0.21
Zuau-hi	6	345—1145	25.5—41.0	55—111	1.9—2.9	2.55±0.29

III. 結論並に考察

草魚に於ては消化酵素の検出並に腸管内容物の観察何れに於ても Cellulose を消化するとは考へ難い。又仮に腸内細菌が働いて Cellulose を分解するとしても内容物の観察，腸管長の測定結果からも問題にならない程度といへよう。雑草を嗜食する草魚ですらこうであるから，一般養魚飼料として，サイレーヂ其他繊維の多い植物の餌料化を計る場合注意を要する。即ち繊維の多いものを用ひる場合，この繊維質を陸上草食動物の場合の如く糖源として考へることは危險であり，纖維素の機械的な消化障害も予想される。

最後に，九州大学教授吉井甫氏，水産試験場技官川尻稔氏に感謝の意を述べたい。消化管内容物の調査は凡て吉井氏を煩したもので，川尻氏には草魚の採取其他に色々御配慮を頂いた。

文　　　献

1) 右田，花岡及び都築： 水産試験場報告 8, 173 (1937)
2) 右田・谷川： 日本水産学会誌，15, 13 (1949)
3) 橋本・小野間： 同上 15, 253 (1949)
4) C. Hanes： Biochem. J., 23, 99 (1929)
5) 櫻田： 人造纖維要覽。p. 169 (1940)

魚肉鮮度簡易測定法*

第3報 昇汞による Hexon base 沈澱の有無に就て

(昭和23年12月9日受理)

天野慶之・内山 均・富谷章子

(水産試験場)

Simplified Test on the Freshness of Fish Meat

III. Non-Precipitability of Hexon Base with Mercuric Chloride

K. AMANO, H. UCHIYAMA and F. TOMIYA

SYNOPSIS

As a delicate and characteristic method for detecting the early stages of decomposition of fish flesh, we reported the coagulation test of soluble protein-like substances with mercuric chloride solution. In the previous paper, it was described that the coagulum probably contains soluble protein, and also mercuric-amino-chloride but in lesser amount**. However, some questions have been yet left whether the coagulum contains hexon bases. To solve this problem, the precipitability of mercuric chloride with hexon bases was examined in aqueous extracts of fish muscle.

In the first experiment, 10 gms of putrid flesh of skipjack were ground and mixed with 100 c.c. of distilled water, filtered off after 60 minutes. To 10 c.c. of the filtrates added 1 c.c. of 20% trichloracetic acid and the precipitates were removed; filtrates were heated on water bath for about 10 minutes to drive out CCl_3COOH as chloroform, and then cooled off. To this added 5 c.c. of 1% $HgCl_2$. No precipitate was obtained in this treatment. (See Table 1)

In the second experiment, we tried to estimate the amount of hexon bases in the filtrates which was obtained either by removing the precipitates of CCl_3COOH or by giving off that of $HgCl_2$ of the aqueous extracts of fish flesh. The marlin flesh, in this case, stored at room temperature, was observed for determining the hexon bases during the decomposition. To each 10 c.c. of the filtrates prepared as noted above, added 0.5 c.c. of conc. sulfuric acid as well as 2 c.c. of 5% phosphotungstic acid in order to precipitate hexon bases in the solution. Nitrogen content

* 水産試験場業績 第108号 (1948), 昭和23年9月15日, 日本水産学会大会 (上田市) に於て講演。

** K. Amano & H. Uchiyama; Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 14, 1, 48-50, 1948.
K. Amano & H. Uchiyama; Ditto, 14, 4, 165-172, 1948.

of the precipitates was determined by Kjeldahl method; the results are summarized in Table 2. It is apparent that the amount of hexon base nitrogen is not much different in the filtrates of two kinds as far as the primary cleavage of the muscle protein goes. (Table 2).

In the light of these experiments, it may be assumed that the mercuric chloride does not react with the hexon bases in the aqueous extracts of fish meat, further the water soluble protein is the major constituent in the coagulum as already suggested by us**.

It is added: copper salts, such as copper sulfate and copper chloride, though reaction is not so delicate, may be also used for the same purpose in stead of mercuric chloride. (Table 3).

さきに[1-2] 昇汞沈澱反應が魚肉の鮮度簡易判定に利用できることを述べ，その沈澱內容が沈澱形成の当初に於ては，おもに水溶性蛋白部分であらうことを二三の実験結果から推定した。然しながら，水銀塩によつて固定せられる窒素形態には，アンモニア，蛋白質以外に，Hexon base に屬する塩基性アミノ酸群が考へられる。これらの base の分離に用ひられる水銀塩は普通硫酸水銀であるが，若し昇汞の場合でもこの種の base を沈澱せしめる能力がありとすれば，この沈澱內容には水溶性蛋白以外のものをも包含することを認めねばならない。本報では，この点に就てしらべた結果を述べ，併せて本法を実施する場合昇汞以外の金属塩の使用如何に就て檢討した成績をも記載する。

I. 魚肉水浸出液に三塩化醋酸を加えて除蛋白した濾液中の昇汞沈澱物

昇汞に Hexon base の沈澱能力があるとすれば，この base を沈澱せしめない除蛋白剤，例へば三塩化醋酸を用ひて除蛋白した濾液中に昇汞を加へ，その反應の有無によつて沈澱能力の有無を判定し得る筈であらう。

これを確めるために，かなり変敗に達したカツヲ肉（揮発性窒素 119 mg/100 g 昭和 23 年 9 月 2 日実施）を使用し，このものゝ 10 g を既述の方法に從ひ，100 c.c. の蒸溜水で浸出 1 時間（22 °C）を行ひ，この濾液 10 c.c. に 20 % 三塩化醋酸 1.0 c.c. を加へて約 18 時間放置後，濾過し，濾液を沸騰湯浴中で 10 分間加温し，残余の三塩化醋酸を Chloroform として除き，冷却後この液に 1 % $HgCl_2$ 液を 5.0 c.c. 加へた結果，沈澱の形成を認め得なかつた。この全溶液を HCl 酸性にした場合も沈澱を生じないので，恐らく昇汞に Hexon base の沈澱能力はないという事の一資料と考へる。第 1 表は分析結果を示す。

Table 1. Non-precipitability of $HgCl_2$ with the filtrates by adding of CCl_3COOH to the aqueous extracts of skipjack flesh
Figures expressed in mg/100 g

Total soluble nitrogen	1586
N precipitated by $HgCl_2$	906
N precipitated by CCl_3COOH	792
N precipitated by $HgCl_2$ after the treatment of CCl_3COOH	none
Volatile nitrogen in original sample	119

1) 天野慶之・內山 均： 日本水産学会誌，14，1，48—50，1948.
2) —— • ——： 仝誌，14，4，165—172，1948.

II. 魚肉水浸出液中の昇汞沈澱物を除いた濾液中の燐タングステン酸沈澱物

Hexon base は燐タングステン酸（P. T. A. と略称する）で沈殿させることが出來るから，昇汞及び三塩化醋酸で夫々生じた沈澱を除いた濾液中に P. T. A. で固定せしめられる窒素量がどの程度あるかを比較すれば，昇汞が Hexon base をも沈澱させてゐるかどうかを推定出來ると思う。

試料はクロカハカジキを用ひ，脊肉の部分の比較的均一な肉組織を各々約 50 g を大型試験管に收め，水分の損失を防ぐために軽く栓を施し，各經過日数に應じて，同時に 2 個の試料を開き，肉を均等に細碎混和して，その中より，一定量（冷水浸出の場合は 10.0 g につき水 100 c.c.）を採取して分析を行つた。實驗は昭和 23 年 6 月 9 日より 11 日間室溫に放置し，その間，既述の[1-2]方法に從つて調製した水浸出濾液について，その全窒素，三塩化醋酸沈澱態窒素，昇汞沈澱態窒素，並にこれら三塩化醋酸及び昇汞の沈澱を除いた各濾液中の P. T. A. 沈澱態窒素を測定した。即ち，各濾液 10.0 c.c. を 5 % H_2SO_4 酸性に於て，燐タングステン酸 5 % 液 2 c.c. を加へて，その沈澱物中の窒素を定量した。（第 2 表）試料 100 g 中の水分 68.5 %，全窒素 3.57 % である。

Table 2. Nitrogen precipitated by phosphotungstic acid in the filtrates treated either by CCl_3COOH or by $HgCl_2$ in the marlin flesh extracts during the course of natural decomposition
Figures expressed in mg/100 g

Days elapsed	0	1	2	4	5	6	7	8	9	11
Total soluble nitrogen	1848	1571	1439	1673	1239	1408	1813	2051	2255	2285
Nitrogen precipitated by CCl_3COOH	1163	836	558	821	537	625	1159	1016	1173	1054
N precipitated by P. T. A. after the treatment of CCl_3COOH	422	380	434	435	265	350	500	387	370	405
N precipitated by $HgCl_2$	none	none	700	957	666	751	1301	1141	1220	1223
N precipitated by P. T. A. after the treatment of $HgCl_2$	—	—	422	422	255	372	380	280	280	255
Volatile nitrogen in original sample	12	24	32	58	130	81	182	226	390	361
pH of the filtrates	5.6	5.6	6.0	6.4	6.6	6.0	6.8	7.0	6.6	7.0
Room temperature C	22～24	22～23.5	22.5	21.5～25	23	26	23	26	25	24.5～29.5

Remark: P. T. A. indicates phosphotungstic acid

これで明かなやうに，昇汞沈澱態窒素も，三塩化醋酸沈澱態窒素も略々同樣な數量的變化を示し，これに平行して P. T. A. 沈澱態窒素も，夫々の濾液中で殆ど相似た增減を見せてゐる。即ち，蛋白質以外で P. T. A. に落ちる物質 — これを仮に，主として Hexon base から成るとすれば— は昇汞沈澱濾液中にも残存し，しかもその量は三塩化醋酸沈澱の濾液中の量と殆ど相違がないと云う事である。

云ひ換へれば，この場合昇汞は三塩化醋酸と同様，蛋白沈澱剤として反應してゐるに過ぎず，Hexon base に類する物質にはその反應が及ばないと云うことなのである。この結果と，上に掲げた三塩化醋酸沈澱濾液中に，直接昇汞を加へて沈澱を生じなかつた成績とを対比して，昇汞に Hexon base 様物質の沈澱能力がないものと解しても差支へなからうと考える。

III. 魚肉水浸出液中に於ける硫酸銅及び塩化銅の沈澱形成

変敗魚肉の水溶性蛋白に対して，昇汞以外の金属塩にも類似反應の存在する事は既に述べたが，鮮度判定を実施する場合，昇汞試薬がその毒性のために，食品検査上望ましくないことも一應考へられるので，硫酸銅及び塩化銅を使用した場合について観察を試みたが，沈澱反應が稍々昇汞に比べて鈍いことが認められた。

これを I と同じ変敗したカツヲ肉の水浸出液に就て，銅塩と沈澱する窒素量を定量した結果は第 3 表の如くであつて，昇汞の沈澱量よりも少いことがわかる。しかし沈澱形成の様相は判定に困難な程ではないから，昇汞溶液に代へて，比較的毒性の少いこれら銅塩の 1 %液を使用してもよいと思ふ。

Table 3. Nitrogen precipitated by two kinds of copper salts in the aqueous extracts of skipjack
Figures expressed in mg/100 g

Total soluble nitrogen	1586
N precipitated by $HgCl_2$	906
N precipitated by $CuSO_4$	679
N precipitated by $CuCl_2$	527
N precipitated by CCl_3COOH	792

Remark: sample used is same as in Table 1.

IV. 考　　察

第 1 表に於て，揮発性窒素が 119 mg 存在し変敗の進んだ狀態の魚肉の水浸出液を三塩化醋酸で除蛋白した濾液に昇汞を加へた場合，$Hg(NH_2)Cl$ の沈澱の形成されなかつたのは，奇異に考へられる。これは，アルカリ性では当然沈澱すべきアンモニアが，溶液が稍酸性側にあるため沈澱形成を阻まれたのではないかと思はれる*。硫酸水銀でヒスチヂンなどを落す場合は勿論酸性領域で反應を進めるから，昇汞にこれら塩基性アミノ酸の沈澱能力が存在するとすれば，第 1 表の実驗で三塩化醋酸の濾液中に，その沈澱が形成されなければならない。又，第 1 表で，昇汞に落ちる窒素量から，三塩化醋酸沈澱窒素量を差引いた残りが，略々揮発性窒素量に一致してゐる点は，昇汞が甚しい変敗肉の場合では蛋白以外のアンモニア等をも固定**してゐる例を示すものと解される。既報したところと，今回の実驗から，昇汞沈澱物の内容は，アンモニアとかアミノ酸群の比較的單純なものではなくして，蛋白質が主要成分であることが略々推定出來るのであるが，この沈澱現象が水溶性蛋白のどのやうな性質に属するものかは今後明かにしたい。又，蛋白であるとしても，新鮮肉の水溶性部分では反應しない理由に就ては，なほ満足すべき説明に達してゐない。恐らくは，蛋白分子の水和力が，腐敗の前後で大きな相違をもたらすものではないかと想像する。勿論そのやうな考へ方――蛋白分子の物理化学的性質――ばかりでなく，蛋白の組成上の変化も腐敗の前後では，考慮に入れなければならないであらう。昇汞，硫酸銅，塩化銅

*　これらの点に就ては，近く報告の予定。
**　但し $Hg(NH_2)Cl$ は過剰のアンモニアに可溶である。

その他の金属塩と，蛋白分子との間の分子化合物的な結合様式も想定し得ると思ふ。その場合，蛋白分子中のどのやうな group* が関與するかといふ事も興味ある問題である。

V. 摘　　　要

魚肉水浸出液と形成される昇汞沈澱物中に Hexon base 類似物質が存在するか否かに就て次の如き實驗を試みた。

1. やゝ變敗したカツヲ肉の水浸出液を三塩化醋酸で除蛋白し，その濾液中に昇汞と沈澱を形成するもののないことを認めた。

2. カジキ肉の腐敗過程に於て，その水浸出液中の水溶性全窒素，三塩化醋酸沈澱態窒素，昇汞沈澱態窒素及びこれら沈澱物を除いた濾液中の燐タングステン酸沈澱態窒素を定量して，昇汞沈澱濾液中にも，三塩化醋酸沈澱濾液中と略々同程度の Hexon base 様物質の残存することを明かにした。

3. 以上によつて，この沈澱物が腐敗の初期に於ては主として水溶性蛋白であらう事を推定し得る。

4. 昇汞に代る金屬塩として，硫酸銅，塩化銅が簡易鮮度判定に使用し得ることを述べた。

實驗に就て有益な御教示を賜つた右田正男博士，京大清水亘博士に衷心より感謝の意を表する。

* 北大小幡彌太郎教授は SH 基との結合を示唆された。同博士に厚く感謝の意を表する。

魚油の油燒に關する研究　第1報

（昭和 23 年 12 月 28 日受理）

野中順三九・西墻清見
（水産講習所）

Studies on a Kind of Discoloration of Fish-oil. -1-

J. NONAKA and K. NISHIGAKI

SYNOPSIS

1) Shark-liver oil, with or without pyrogallol dissolved, adsorped by casein powder was stored in dispersed light or in dark The color of the oil which was protected from oxidation by pyrogallol was not changed independently of the stored condition, but in case of no pyrogallol it was changed into dark red and the Nitrogen content of the oil was increased. (Table 1)

2) When trimethylamine gas was blowed into the sharkliver oil, then suddely the color was changed into red and the Iodine value was decreased, Saponification value and Nitrogen content was increased. (Table 2)

魚類乾製品を貯藏する時屢々見られる魚油の赤褐色化即ち油燒の現象に就ては先に簡單な実驗による觀察を発表し[1]，その中で酸敗と油燒とは天然には同時に起る場合が多いけれども一應別個の現象として取扱ふべきものであらうとの私見を述べた。其後引続いて魚油の油燒につき研究中であるが種々興味深い現象を觀察したので以下順を追つて報告する。

実　驗　I.

著者は先に行つた実驗から，魚油の油燒は魚油の酸素吸收量の增加即ち酸敗度と直接の関係は無く，一般に散乱光の下に於けるよりも暗黒中に於ける方が着色の度が著しく成るとの概念を持つて居た。今回は此の考へを確める目的を以て，ピロガロールを1%の割合に加へた新鮮な青鮫肝油と，ピロガロールを加へない同じ油を別々に5倍量の脫脂カゼイン粉末と混合し，その各々を明暗の2條件の下で室溫に3ヶ月間貯藏した後，油脂をエーテルで抽出し，カゼインの微粉を除去する目的を以て同一濾紙上を3回濾過し常法により減圧下に溶剤を駆出したものにつき特数を測定して第1表に示す如き結果を得た。

第1表に明かな如く，非酸化防止油は光線の有無に不拘酸化防止油に比し過酸化物態酸素も酸化酸も遥に多く，クライステストの結果も明に酸敗の進行を示して居るが同時に色調も著しく赤色の度を增し油燒を起して居る。此の結果のみに就て云へば魚油の酸敗と油燒の間には何等かの関係があり従つて有効な酸化防止剤を用ひれば或程度油燒をも防げる樣に見える。但し此の場合の油燒はカゼイン粉末による人工的なものであるから天然の場合とは起因を異にするかも知れない。

1) 野中：本誌., 13, (i), 24, (1942)
野中，水野：本誌., 印刷中。

第 1 表　貯蔵條件による魚油の特数の変化と油燒の程度の関係

貯藏條件 / 特数	原料油	非酸化防止油		酸化防止油	
		暗所	散乱光	暗所	散乱光
色調	黄色	赤褐色	赤茶褐色	黄橙色	黄色
粘度		甚々粘稠	仝	原料油より稍々大	仝左
酸價	0.56	72.27	80.76	37.40	25.41
鹼化價	164.0	285.4	236.1	193.4	194.1
沃素價	167.6	57.17	52.7	115.5	158.1
過酸化物態酸素*1	0.0174g	0.3006	0.3165	0.0436	0.0634
クライス・テスト*2	R=0.0 Y=1.8	R=3.4 Y=9.6	R=3.6 Y=9.4	R=0.0 Y=9.1	R=0.0 Y=3.9
酸化酸*3	0.15%	7.71	20.41	2.47	0.87
全窒素	trace	0.11%	0.94%	trace	trace

*1 供試油 10g 中。
*2 供試油 0.2g を conc. HCl 10cc., 5% フロログルシンアルコール溶液 10 滴と処理した時のロビボンドチントメーターの硝子の読み。
*3 石油エーテルに不溶，アルコール可溶性の褐色脂肪酸。

実驗 II.

次に注目すべきは第1表に於て，供試油は勿論酸化防止油中にも窒素が存在しないにも不拘油燒え起した非酸化防止油には相当多量の窒素が検出されて居る事である。已に魚油の油燒と塩基性窒素化合物の間に密接な関係があるらしい事は二，三の研究者等により報告されて居るが[2]著者等が実驗 I に用ひたと同一油脂を少しく加温し之に塩酸塩からアルカリで遊離せしめたトリメチールアミン瓦斯を吸引せしめた所忽ち暗赤色に変ずるのを見た。この変色した油脂を充分水洗してから乾燥し，二，三の特数を測定した結果は第2表に示す如くである。

第 2 表　トリメチール・アミン処理による青鮫肝油の特数の変化

	酸價	鹼化價	沃素價	全窒素%
原料油	0.56	164.0	167.6	Trace.
処理油	6.84	247.3	101.3	1.66

2) 小幡： 1942 年 4 月　水産学会講演。
大谷，渡辺： 仝上。
Otto, B.: Z, Untereuch. Lebeusm., 73, 74, (1937)
Bed ord, R. H.: Biol. Board Can., No. 27, 11, (1936)

表に明な如く，この場合窒素が増加して居る。第1表の窒素と第2表の窒素と同一化合形態であるか否かは深く追及する必要があると思はれる。第2表では鹼化價が増し，沃素價が減少して居るが，同じ現象は已に小幡氏が認められて著者に教示された所であつて，その機構は目下研究中である。

本研究は財團法人水産研究会の研究補助費の下に行はれたものである。記して謝意を表す。

魚油の油燒に關する研究 第2報

(昭和 24 年 2 月 23 日受理)

野中順三九・後藤泰治

(第一水產講習所)

Studies on a Kind of Discoloration of Fish-Oil -2-.

J. NONAKA and Y. GOTŌ

SYNOPSIS

In the preceding paper, one of the authors assumed that for discolorating fish oil darkly red was necessary to oxidize the fat as a premise. Pyrogallol which added to the oil was matter of course considered the inhibitor for the oxidation of oil, but it may be considered that some chemical reactions will have occured according to the contact of pyrogallol with the colored matters or their precusors.

In this paper the author confirmed his asumption by repeating the experiment in somewhat modified method by means of controlling the oxygen content in the air which contacts with the oil.

In the Table, A means the oil absorped by the filter paper (6×30 cm), and B the oil absorped by the other filter paper dried up after dipping in 5% casein solution. The aerobic means the condition that the oil absorped filter paper was stored in a larger test tube containing a smaller one with alkali solution in itself, and anaerobic means the condition that the larger test tube with above mentioned filter paper and the smaller test tube contained pyrogallol-alkali solution closed by a rubber stopper.

著者の一人は前報に於て，魚油に酸化防止剤としてピロガロールを添加しカゼインに吸着せしめて空氣中に放置する時は，光線の有無に不拘油燒を起さないが酸化防止剤を加へない時は常に油燒を起し，しかも其程度は暗黑中に於ける方が散乱光中に於けるよりも著しい事を見，魚油が油燒を起す前提として先づ油脂の酸化が必要なる事を推論した。然し此の場合油脂に加へたピロガロールは單に油脂の酸化防止剤たるに止まらず，油脂中に生じたかも知れない着色物質又はその前驅者と反應して呈色を直接妨害する作用を有するために結果として油燒ノ現象が見られないのかも知れない。そこで今回は特に酸化防止剤を油脂中に混入せしめず，油脂と接觸する空氣中の酸素量を制限して前回とほゞ同樣の実驗を繰返へし初めの推論の正しい事を確認した。

実驗

定性濾紙を巾 6 cm，長さ 30 cm に切断し，長さの方向に 1.5 cm 巾に交互に折疊んだものを 2 枚 1 組として 4 組 (之を A とする) と，同じ寸法のもので 5% カゼイン溶液中に浸漬してから乾燥したものを 2 枚 1 組として 4 組 (之を B とする) 合計 8 組作り，各々濾紙 1 枚当り約 4 g の青鮫肝油を吸收せしめ 1 組づつ直徑 4 cm，長さ 25 cm の大型試驗管に入れ，A 及び B の各 2 組づつ

な嫌氣的條件と好氣的條件とに保持する爲に嫌氣的條件のものは大型試験管の濾紙を入れた間隙に 20 cc のアルカリ・ピロガロール溶液を入れた小試験管を入れてゴム栓で密封し，好氣的條件のものは單にアルカリ液のみ 20 cc を入れた小試験管を入れ，大型試験管の上部に軽くコルク栓を施し時々開放して空氣の交換を行つた。次にこの様に區分した 2 組づつの A 及び B を更に 2 分して一方は室内散乱光線中に，他方は暗黒箱中に收容して 11 月 27 日より 1 月 17 日まで 50 日間室温に放置した後，油脂をエーテルで抽出し其の諸性質を比較した。結果は第一表に示す如くである。濾紙片に吸收せしめた油脂は貯藏期験間中に何れも一部徐々に流下して大型試験管の底部に溜り，好氣的條件で散乱光線中に放置したものは明かにゲル化して居た。

Table I. Effect of the oxygen and light on the discoloration and some chemical properties of fish oil stored at roomtemp. for 50 days.

	Aerobic				Anaerobic				Initial
	in Dispersed-light		in Dark		in Dispersed-light		in Dark		
	A	B	A	B	A	B	A	B	
Acid value	23.35	21.4	30.52	35 37	1.09	1.05	0.68	0.24	0.99
Saponification value	251.5	249.3	291.2	297.3	183.5	184.9	182.2	187.8	153.0
Iodine value	61.47	67.88	51.66	74.73	135.7	130.9	132.5	135.3	126.4
Perovide oxygen g/10g oil	0.0991	0.1086	0.0784	0.1366	0 0619	0.1158	0.1232	0.1376	Trace
Oxidised fatty acid %	15.9	14.9	18.07	16.38	6.33	6.63	10.71	7.67	2.0
Kreis test	R=2.3 Y=4.0	R=3.9 Y=9.0	R=3.8 Y=4.0	R=3.8 Y=10	R=1.3 Y=4.6	R=2.8 Y=9.0	R=3.3 Y=6.4	R=2.5 Y=8	R=0 Y=1.0
Total N %	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
Color	R=0.9 Y=9.8	R=4.9 Y=20	R=3.3 Y=24	R=16 Y=20	R=0.3 Y=3.0	R=0.5 Y=4.0	R=0.8 Y=9.9	R=2 Y=10	R=0.9 Y=19

In the Table, R and Y means the red-glass no. and yellow glass no. of Lovibond tintometer.

Kreis test was performed by using 1 g. oil.

考　　　察

第一表に明かな如く好氣的條件に貯藏した油は嫌氣的條件に貯藏したものに比し，光線の有無に不拘色相が濃く，何れの場合も暗黒中のものは散乱光線中のものより濃色で，カゼインと接触せしめた場合は特に発色の著しい事が判る。即ち以上の事實から魚油が油焼を起す前提として油脂の酸化が必要なる事が確認され，酸化した油脂がカゼインと接触する時褐色乃至暗赤色に発色し，光線の有無は油焼の程度に影響する強度因子であると考へられる。

表中嫌氣的條件で暗黒中に貯藏した油脂の酸價が元の油脂の酸價より低い事，及び之等及び嫌氣的條件下で散乱光線中に貯藏した油脂の沃素價が元の油脂のそれより増加して居る点或は好氣的條件下に貯藏した油脂のエステル價（鹸化價—酸價）が元の油脂に比し著大な増加を示して居る点等は目下の処説明困難である。

本研究は，財團法人水産研究会の研究補助費の下に行はれたものである。記して謝意を表す。

ナマズの Pit organ (孔器)*

(昭和 24 年 1 月 4 日受理)

佐藤光雄
(弘前医科大学)

On the Pit Organs of the Catfish, *Parasilurus asotus* L.

M. SATŌ

SYNOPSIS

In the present paper, I have examined the histological structure of the pit organs of a Japanese catfish. The pit organs, as HERRICK (1901) already mentioned, are divided into two kinds, viz., the large and the small pit organ. The large pit organs are commonly detected by the nakedeye examination on account of the absense of pigmentation around them. They are arranged on the head and trunk in difinite lines as shown in Fig. 1. The minute structure of the larege pit organ is illustraded in Figs. 2 and 3. Fig. 2 is a section through the pit organ observed most commonly. The specific sensory cells or pear-shaped cells crowd closely in the narrow outer portion of the organ. The sensory cells, as far as I could determine, seems to be deprived of the cilia and cupula. However, the indistinct coagulations are occasionally found over the exposed surface of the organ. I am incleined to think that such coagulation seems to be produced artificially by fixing reagents and presumably does not exist as a difinitely formed structure in the living organ. The large pit organ with such structure as above-mentioned was called "naked type" by HERRICK.* In addition to this type, the more elaborate structure of the organ are found (Fig. 3). In this case, the organ sinks below the surface of the surrounding epidermis and is separated from it by circular groove. I wish to call such a structure under the name of the "sunken type" of the pit organ. According to HERRICK, the naked type seems to be an imperfetly developed stage of the sunken type, but as yet I could not ascertain this matter. Further research for the embryological study of this organ will help to throw light upon these points.

The small pit organs, unlike the large ones, are not able to be located by the surface examination, although they are freely scattered over almost the whole body surfase. Fig. 4 shows the minute structure of this organ. The pear-shaped cells are found in this case, too. They are usually much larger than, but similar to,

* 日本動物学会東北支部大会に於て要旨を発表した。

those found in the large pit organs. In large specimens, the more complicated structure of the small pit organ is found (Fig. 5). The organ sinks below the surface of epidermis and communicates with surface by elongated, minute pore. Up to the present, I can not determine whether or not there is an intimate relation between these two structures of the small pit organs above-mentioned.

ナマズ類の孔器に就いては WRIGHT ('84) 及 HERRICK ('01) の組織学的観察があり，日本産のものに就いては阿刀田 ('36) の神経分布に関する報告があるも，側線及 terminal bud 程充分に明らかにされて居ない。孔器は側線器官系に属する皮膚感覚器で communis 系に属する terminal bud とは全く異つたものと考えられて居るが，疑問の点も少くない。此等の事を明らかにするには両系の発生経過を知る必要がある。私は目下その方面の研究を行つて居るが，先づ成魚の孔器を観察した。以下はその結果である。

材料は凡て弘前市附近の河川から得た 5—30 糎の個体を用ひ，その皮膚をブアン液，ツェンカー液及フレンミング強液に固定後パラフイン切片を作成，ヘマトキシリン＝エオジン重染色法及マロリー結合組織染色法を施した。フレンミング強液で固定したものにはハイデインハイン氏鉄ヘマトキシリン液とワンギーソン氏液との重染色が最も効果的であつた。本文に入るに先立ち，オスミック酸を恵與され且染色法等に御助言された本学解剖学教授照井精任博士に厚く御礼申上げる。

観 察 結 果

HERRICK は *Ameiurus melas* の孔器を大孔器 large pit organ と小孔器 small pit organ とに分けて居るが，日本産のものに於てもこの２種がみられる。

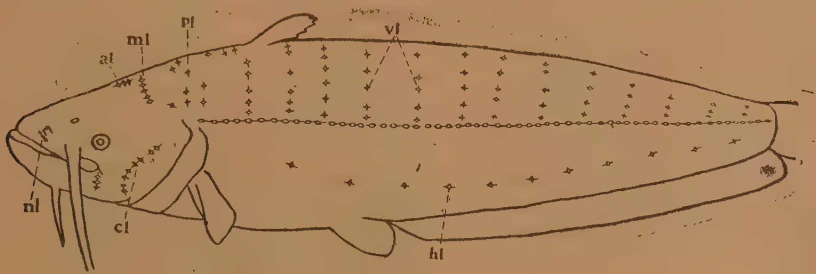


Fig. 1. Schema showing the distribution of the large pit organs. al, anterior dorsal pit line of head; cl, pit line of cheek; hl horizontal pit line of the body; ml, middle dorsal pit line of head; nl, nasal pit line of head; pl, posterior dorsal pit line of head; vl, vertical pit line of body.

(1) 大 孔 器　白色菱形の小点として体表上に明瞭に認められる。これは大孔器の存する表皮下に黒色素保有細胞 melanophore が欠如して居る爲である。大孔器の分布配列は大体一定して居る。(Fig. 1)，頭部に於ては，前鼻孔管の基部 (nl)，後頭部の背面 (al, ml, pl) 及頬部 (cl) に線狀配列し所謂孔器線 pit line を成して居る。此等のうち頬部の孔器線は Fig. 1 に示されて居るように，10 個位の大孔器が全部相連続して一線を描いて居る場合もあるが，数個づつ３線に分れて存在する事もある（阿刀田の原図を参照され度い）。後者のような場合に於ては ALLIS (1889) が *Amia clava* で示したように horizontal line, vertical line 及 mandibular line を夫々指摘出來る。尙個体によつては下

を両側に孔器線をもつ事もある。軀幹部では，側線に垂直な孔器線（vl）と水平な一線（hl）がある。前者は頭部後方から尾部近く迄十数條の線をなし，各線上の大孔器は2—3個で，尾方に近付くに従つてその数も減少し且不顯著になる。各線條の間隔は不等であるが，4—6の側線孔を隔てて大体互に平行に走つて居る。Herrick の原図から推察すれば，*Ameiurus melas* では上述の垂直線ははつきりして居ない。

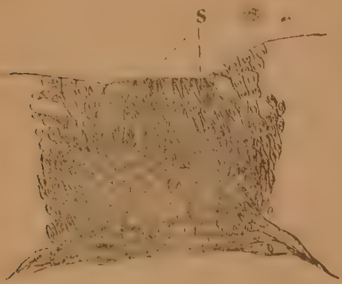


Fig. 2. Section through a large pit organ (naked type). S, sensory cells ×500.

普通にみられる大孔器の組織構造は Fig. 2 に示されて居る。断面に於ける形状は，頂が扁平な円蓋状で，平板な底をもつて直下の真皮に接して居る。直下の真皮は大孔器の方に幾分突出して居り，この部分を通過して神経繊維が孔器に達して居る。孔器の外表面は周囲の表皮組織と略々同じ高さで，特別に外方に突出して居ない。西洋梨状の特殊な感覚細胞が外表面の近くに数個存在する。その構造は側線の感球即ち体側感球に類似して居るが，纖毛のような感覚毛を明らかに認め得なかつた。感覚細胞間には細長い支持細胞が多数存在する。此様な構造をもつ大孔器を HERRICK は，裸出型 naked type の大孔器と呼んで居る。これに対してもつと複雑化した大孔器がある。Fig. 3 に示したのがその代表的なもので，沈没型とでも呼ぶべき構造を呈して居る。この場合には大孔器が周囲の表皮組織から遥かに沈没して，溝によつて周囲の表皮から界されて居る。この溝の内縁から弧状の細胞層が出て，孔器の外表面を蔽うような状態を呈して居る。梨状の感覚細胞は前記同様外表面の近くに存在する。この型の大孔器は *Ameiurus melas* に於ては全体として塔状であるが，日本産ナマズでは円蓋状である。又 *A. melas* と同様感覚細胞の外表上面に，不規則な凝結物 coagulation が往々みられる。HERRICK はこれを纖毛の痕跡と考えて居るが，私は固定剤によつて人為的に作られたもので，生時には存在しないものではあるまいかと推測するのである。もちろん実験的に調査した後でなければ，明確な結論は出来ないが，BOWEN（1931，1933）の頂体 Cupula に関する研究結果から上記のように推論した次第である。又山本（1947）によれば，メダカの側線系には透明な弾力ある頂体が附着して居ると云う事であるが，ナマズの孔器には前記の凝集物以外に明白な構造物は認められなく，私はこの凝集物を人為的産物と考えたいのである。



Fig. 3. Section through a large pit organ (sunken type). ×500.

尚 HERRICK は「裸出型」の大孔器が「沈沒型」のものの未発達の段階であると思惟して居り，ALLIS は *Amia clava* の側線発生の研究に於て孔器の形成にも言及して，次のように報じて居る。孔器形成の初期に於ては「裸出型」であるが，次第に表皮内に陥凹し，この傾向は頭部に於て著しい。その結果頭部にあるものは「沈沒型」を示すも，軀幹部に於ては尾方に近附くに従つて「裸出型」の初期狀態を保持して居ると云う事である。ナマスに於ても此樣な事実が認められたか否かを確かめる爲に，私は5糎位の個体と 25 糎位の個体の大孔器を夫々比較檢鏡してみたが，必しもその樣な関係が成立しないように思はれた*。この点発生学的研究の結果を俟つて，あらためて報告致したい。

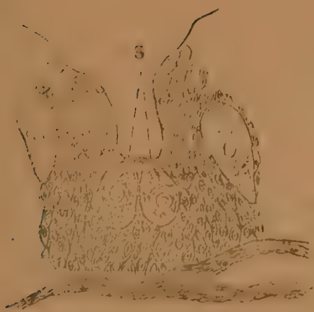


Fig. 4. Section through a small pit organ with simple structure. ×500.

（2）小　孔　器　大孔器と異なり，その存在は肉眼による観察では全く認められなく，詳細な分布狀況は後報に譲るが，殆んど全身に散在するようである。而して大孔器及側線とは何等かの関係をもつて分布して居るようである。



Fig. 5. Section through small pit organs with complicated structure. ×500.

小孔器は Fig. 4 に示して居るように表皮組織内に陥沒して，眞直ぐな小孔をもつて外表に開いて居る。特殊な感覚細胞が小孔に接せる面に数個存在する。その形狀は大孔器のそれと同じであるが，大きさに於て遥かに勝り，存在もはつきりして居る。感覚細胞の内部には，微小な顆粒の網狀様構造が認められる。かかる構造は，SCHARRER (1935) 及私 (1942) がホウボウ，カナガシラ類の遊離胸鰭 free pectoral fin の尖端部に於て見出した特別な感覚細胞即ちSCHARRER の所謂 Geschmacks sinnes zelle と類似して居る。此事から直ちに孔器の西洋梨狀細胞が一種の Chemoreceptor とは断定出來ないが，従來考えられて居る水流に対する受容器以外の作用をも果すのではあるまいかと想像される。尚この感覚細胞には大孔器の場合と同様感覚毛は認められなかつた。又大孔器に於けるような細長な支持細胞も認められなかつた。

上述のような構造をもつ小孔器の外に Fig. 5 に示されるような小孔器が存在する。此樣な構造のものは，体長の大なる個体（20 糎以上）の頭部に普通認められる。この場合には，外表に通ずる小孔は細隙狀で，2－3個の感覚細胞が支持細胞と共に一群となり表皮組織に包まれて居るような狀態を呈して居る。此樣なも

* 体長の大なる個体に沈沒型を示すものが多いのは事実である。

のが大抵二個ずゝ並んで表皮組織内に埋在する。直下の眞皮は terminal bud に於けるように表皮内に高く突出して居る。かかる小孔器に就いては，HERRICK は全然報告して居ない。これは *A. melas* にみられない爲であらう。又ほかの Ameiurus 屬の小孔器に就いては，WRIGHT[x] 以外に報告はない。從つて私の觀た小孔器は日本産のもののみにのみ見出される一種の變型と思はれる。尙この變型と普通にみられる型との關係に就いては，續報に於て述べたい。

要　　約

1. ナマズの皮膚に埋在する大孔器と小孔器の組織學的觀察を行つた。

2. 大孔器は体表上に一定の配列を示す小点として肉眼的に容易に認められる。しかし小孔器は肉眼による觀察では全然認められない。

3. 大孔器には「裸出型」と「沈沒型」とがあり，前者は後者の未發達の段階に相当するものか否かに関しては，發生學的研究結果を俟つて報告したい。

4. 小孔器にも單純な構造のものと，複雜なものとの二型がある。此等二型に如何なる関係があるか，現在の所不明である。

5. 大孔器及小孔器のいづれ於ても，西洋梨狀の特殊な感覺細胞が觀られる。この細胞は小孔器に於て特に顯著である。又この感覺細胞には纖毛のような感覺毛は認められなかつたが，しばしば不規則な形狀の凝集物が孔器の外表面に接してみられた。しかしこれは固定劑等に因る人爲的産物と考えられる。

文　　獻

ALLIS, E. P., 1889. Jour of Morph., Vol II, No. 3.

ATODA, K., 1936. Sci. Rep. Tōhoku Univ. Biol., Vol. XI, No. I.

BOWEN, R. E., 1931. Proc. National Acad. of Sci., Vol. XVII, No. 7.

————., 1933. Jour. Comp. Neur., Vol. 58, No. 2.

HERRICK, C. J., 1901. Ibid., Vol. XI, No. 3.

MIYADI, D., 1929. Memo. of College of Sci. Kyoto Univ., Series B, Vol. IV, No. 2.

SATŌ, M., 1942. Sci. Rep. Tōhoku Univ. Biol., Vol. XVII, No. 1.

SCHARRER, E., 1935. Zeit. f. Verg. Physiol., Bd. XXII.

WRIGHT, R. R., 1884 a.* Proc. Canadian Inst., N. S. Vol. II.

————., 1884 b.* Ibid.

山本時男，1947. 動物学雜誌，57 卷，1，2 号。

x WRIGHT の原著はまだ讀んで居ないが，HERRICK の引用文によれば，WRIGHT の報告にある *A. catus* の小孔器の外部えの通路は細隙狀であると云はれる。

* 直接參照出來なかつた。

水の生産力を支配する要因に關する研究 III*

ニジマス稚魚の斃死に及ぼす水質の影響**

（昭和 24 年 1 月 4 日受理）

小島良夫・富山哲夫

（九州大学水產化学第一教室）

Studies on Factors Governing the Productivity of Water. III

The Influence of Chemical Constituents of Water upon the Mortality of Young Rainbow-trout.

Y. KOZIMA and T. TOMIYAMA

SYNOPSIS

The waters used in eleven trout hatcheries have been analyzed for most anions and cations except sodium and potassium. Attempt has been made to find the corelation between certain chemical constituents of the water and the mortality of young rainbow-trout. A straight line was obtained when we plot the mortality of the fry against logarithm of age of the fry in month. The slope of the line, which is named in this paper as "intensity of mortality", is certainly more reliable than the mortality at a certain time-period. It is clearly shown that the values for the intensity of mortality at various hatcheries are directly proportional to the contents of silicate and inversely proportional to the contents of calcium in water used by these hatcheries.

水の化学成分が水產生物の增生或は斃死に及ぼす影響には，間接及び直接の両面がある。既往の文獻を見ると，先づドイツで発達した窒素，燐酸，加里，石灰の人工施肥の研究がある。例へば，石灰施肥のみについて見るも，Walter 氏[1]は Wielenbach 養魚場での 10 年間の試験では平均 74 % のコイの增產を收め，Brüning 氏[2]は約 31 % のコイの增收を得た。又，五十嵐氏[3]は北海道泥炭地の石灰含量の少い川水を用ひた養魚場に対して石灰投入の効果を研究し，石灰投入水にはCaO が対照に比し 2—6 mg/l 增加し，又 pH の上昇，沈澱物の增加，動物性プランクトンの增量，コイ，ウグイ，エビの夫々 21，28，65 % の增產を認めた。之等の施肥効果の大部分は天然餌料の增加による間接的の增產効果と解されている。

** 本研究の概要は昭和 17 年 5 月日本農藝化学会西日本支部例会で講演発表した。

* I 浜名湖に於ける牡蠣の斃死と底土の硫化物含量との関係．清石・富山：日本海洋学会誌，1，75（昭．17）．

II 佐鳴湖の悪変現象に就て．清石，稲葉，富山：陸学雑．，11，137（昭．17）．

1) Walter：Die Versuche 1931 und 1932 der bayerischen teichwirtschaftlichen Versuchs-station Wielenbach, S. 15 (1934). 2) Brüning：Allg. Fischereiztg. 279 (1932). 3) 五十嵐：北海道水試報告，1（昭．16）．

水の化学成分は斯様な間接的影響を與へるだけでなく，棲息生物体の無機物の量及質をも直接支配する。例へば，林氏[4]によると釜石湾のイガイ肉柱の Na 量は海水中の Na 量に比例して増減し，薄井，助川，周氏等[5]によると霞ケ浦及び涸沼のワカサギの石灰量は夫々の環境の石灰量に比例し，また関根氏[6]によるとマス卵は孵化中に水から無機物を吸收する。Kaplanski, Boldirewa 兩氏[7]によると食塩或は塩化石灰を加へた水道水中に飼育したコイの筋肉には陽イオンが増加し，血液には陰イオンだけ増加する。又 McCay 氏等[8]の研究によると肝臓のみでニジマスを 90 日間飼育し，その前後に於ける石灰を定量すると，餌料からは約 30 mg 程度補給されるに対し，水中からは 100 mg も吸收同化されるのが明かである。斯様に水の成分は生物体組織の成分を直接に変化させるのであるから，水の化学成分が不調和で極端に偏つた組成であつた場合には代謝を阻害して斃死率を高めることが想像される。

著者の一人（富山）は水産講習所大泉実習場の水質を研究した際に，溶存物質の大部分が硅酸であることに注意し，同場に於けるマス飼育の困難なる原因はこの偏つた水質にあるのではないかとの疑問を抱いた。依てこの点を明かにしたいと考へ，全國 11 ケ所の養鱒場の水を分析し，稚魚の飼育成績の明かな 8 ケ所の成績と対照して，水質と稚魚斃死率との相関につき吟味を試みた。本研究の結果，著者の推定を確かめると共に養鱒に適する水質の條件を確立することが出來た。しかし將して水質の偏りを人工的に調製すれば稚魚斃死率を低下させ得るかの研究は後報に譲りたい。

研究方法　供試水は第 1 表に示した様な 11 ケ所の養鱒場に依頼してビール瓶に採水し，採水時の氣温・水温並に水源の種類等の記載をも蒐集した。之等の供試水は研究室に到着後，速に pH，アルカリ度，燐酸塩，$KMnO_4$ 消費量を定量し，次に塩化物，硫酸塩，硅酸塩の定量を行ひ，終に供試水を濃縮したものにつき石灰及び苦土の定量をなす様に注意を拂つた。pH は採水現場で測定した場合はその値を採用し，他は供試水入手後直ちに富山の重管比色法[9]によつて測定した。全固形物は 100 cc を蒸発し 100°C で恒量となし求めた。アルカリ度は富山の微量容量法[10]，Cl′ 及び SO_4'' は富山・細川の比濁法[11]により，燐酸塩，硅酸塩は常法により定量した。石灰及び苦土の定量には微量法を変改* して用ひた。

4) 林：理研彙報，12, 184 (昭. 8). 5) 薄井，助川，周：日水学.，5, 315 (昭. 12). 6) 関根：農化.，5, 601 (昭. 4). 7) Kaplanski, S., und Boldirewa, N.: Biochem. Z., 265, 422 (1933). 8) McCay, C. M., and Tunison, A. V.: Rept. Cortland Hatchery 1933. McCay, C. M., Tunison, A. V., Crowell, M., and Paul, H.: J. Biol. Chem., 114, 259 (1936).

* 先づ供試水 100 cc に塩酸 (1：1) 10 滴を加へた後，約 5 cc 迄に濃縮して遠心分離管に移し，メチールレツドを指示薬として 5 n NH_3 を加へて黄色となし，次に 5 n 醋酸にて橙黄色に迄中和し，温めつゝ飽和蓚酸アンモン 1 cc を混和し，1 時間後遠心分離し，上澄液を除き，水による沈澱の洗滌 3 回の後，n 硫酸 5 cc に溶解し，温時 0.01 n $KMnO_4$ にて滴定し石灰量を求める。次に前記遠心分離の上澄液及び洗滌液を合して約 5 cc 迄濃縮し，1 cc 10 % 燐酸アンモン及び 2 cc 25% アンモニヤを混和して 24 時間放置する。遠心して得た沈澱部を 10 % アンモニヤで 2 回洗滌し，次にアンモニヤ・アルコール混和液を以て洗滌したる後，沈澱を湯浴上にて乾燥する。之に 1 cc 0.1 n HCl を加へて溶解し，之を 10 cc の水を以て 25 cc メスフラスコ中に定量的に移す。同時に他の 25 cc メスフラスコに 10 cc 蒸溜水と 1 cc 標準液 (1 cc=0.2 mg Mg) とを混和したものを標準として準備し，之等 2 箇のメスフラスコに 1 cc モリブデン酸アンモン-硫酸混液を混和，更に 1 cc ハイドロキノン液を混和して 5～8 分間放置し，最後に 1 cc Na_2SO_3-Na_2CO_3 液及び水を加へて 25 cc に充す。斯くして生じた両色調を互に比色して苦土の量を求める。

9) 富山哲夫：日農化.，13, 1023 (昭. 12). 10) 富山哲夫，渡辺 実：日農化.，14, 187 (昭. 13). 11) 未発表。

研究結果及び考察　養鱒用水の化学組成：　11ヶ所の養鱒場の水を上記の方法で分析した結果は第1表に示す通りである。この分析には加里，ソーダの定量を欠くから完全分析ではない。しかし一般に淡水に存在する陰イオン**は全部定量したので，陽イオン及び陰イオンの濃度を夫等の当量にて除してミリグラム当量の値を算出し，電解質の概略組成を求めて第2表に挙げた。

第1表　各養鱒場用水の化学組成

養鱒場名	水源	目的	水温	採水時気温	pH	固形物	全硬度	アルカリ度	Cl	SO_4	P	SiO_2	Ca	Mg
			°C	°C		mg/l			mg/l	mg/l	mg/m³	mg/l	mg/l	mg/l
醒ヶ井	湧水	飼，孵	12.5	22.5	7.5	113.0	5.62	1.84	6.69	1.20	29.3	8.54	33.9	3.75
明科	滲透水＋河水	飼	16.8	20.1	6.6	112.5	4.19	1.07	6.44	8.54	16.6	20.3	20.7	5.58
	滲透水	孵	15.6	20.1	6.6	69.1	3.11	0.77	6.44	7.91	17.0	20.5	14.8	4.46
大垣	滲透水	飼	14.0	24.0	—	86.0	2.27	0.91	4.08	3.25	21.9	22.9	11.2	3.02
	滲透水	孵	14.0	19.5	—	87.5	2.32	0.90	3.92	2.95	19.7	22.9	11.5	3.05
荷口	滲透水	飼	10.8	16.6	6.1	70.9	1.27	0.30	6.10	6.75	8.8	19.1	5.86	1.93
	湧水	孵	18.8	16.6	6.1	45.2	1.23	0.27	6.17	6.50	7.6	18.0	5.90	1.73
富士	湧水	飼，孵	10.0	17.0	6.8	75.8	1.61	0.57	4.36	5.35	78.0	29.5	6.72	2.86
札幌	地下水	孵	16.5	21.5	6.4	94.9	2.00	0.47	11.1	9.45	14.2	33.0	9.76	2.73
千歳	湧水	孵	8.5	16.9	6.6	104.9	1.32	0.54	6.84	7.10	16.7	45.4	5.84	2.15
大泉	湧水	飼，孵	10.8	18.2	7.0	65.6	1.10	0.53	3.33	2.00	138	47.5	5.09	1.67
相坂	湧水	飼	11.6	27.5	6.5	165.9	2.75	0.72	13.9	7.50	29.0	45.1	11.8	4.71
	湧水	孵	11.0	27.5	6.5	163.0	2.55	0.66	11.4	7.00	29.3	44.5	10.5	4.65
塩原	湧水＋河水	飼	12.0	17.0	7.2	113.1	1.85	0.61	5.07	9.95	38.7	39.7	9.16	2.75
	湧水	孵	14.0	17.0	7.2	120.3	1.79	0.82	4.29	7.28	47.0	35.1	8.26	3.06
江川	滲透水	飼，孵	20.0	26.6	6.5	62.3	2.45	0.57	4.51	6.76	8.2	14.6	11.1	3.86

第2表　養鱒場用水のカチオン及びアニオンのミリグラム当量値

養鱒場名	γ Cl′	γ SO_4''	γ HCO_3'	γ SiO_3'	γ HCO_3+SiO_2 全アニオンに対する	γ anion	γ Ca··	γ Mn··	γ Ca+Mg 全アニオンに対する
					%				%
醒ヶ井	0.19	0.03	1.84	0.29	90.5	2.35	1.70	0.31	85.5
明科	0.18	0.18	1.07	0.68	83.0	2.11	1.03	0.46	70.7
大垣	0.12	0.07	0.91	0.76	89.7	1.86	0.56	0.25	43.5
荷口	0.17	0.14	0.30	0.64	75.2	1.25	0.39	0.16	36.0
富士	0.12	0.11	0.57	0.98	87.0	1.78	0.34	0.24	32.5
札幌	0.31	0.20	0.47	1.10	75.5	2.08	0.49	0.23	34.6
千歳	0.19	0.15	0.54	1.51	85.8	2.39	0.29	0.18	19.6
大泉	0.09	0.04	0.53	1.58	94.0	2.24	0.26	0.14	17.8
相坂	0.39	0.16	0.72	1.50	80.2	2.77	0.59	0.39	35.4
塩原	0.14	0.21	0.61	1.32	84.8	2.28	0.45	0.23	30.2
江川	0.13	0.14	0.57	0.47	79.6	1.33	0.55	0.32	65.2

第 1 表を通覧すると，養鱒用水の水源は大部分湧水であつて，水温は江川の特殊な例を除き，概ね 9—16°，pH は 6.1—7.5，全固形物は 62—165 mg/l の範囲にある。イオンの構成を第 2 表で見ると，陰イオンの内で Cl'，SO_4'' は共に少量であるが，HCO_3' 及び SiO_2 は多量であつて，しかも常に両者の間には逆の相関が見られる。両者の合量は総ての供試水を通じて全陰イオンの 75—94 % を占めている。之に対して陽イオンの内，$Mg^{\cdot\cdot}$ は少量でありその変異は小さいが，$Ca^{\cdot\cdot}$ は $Mg^{\cdot\cdot}$ より常に多量であつてしかも養鱒場により著るしい変異がある。又，$Ca^{\cdot\cdot}$ は HCO_3' と殆ど当量に存在するから，硅酸塩を形成する陽イオンはアルカリ金屬と推察される。

水質とニジマス稚魚斃死率との定量的関係：　マスの孵化及び飼育の全期間を通じて水質の影響を最も鋭敏に受けるのは孵化期及び稚魚期と考へられる。この内，孵化率は水質の外に親魚の年齢，栄養，成熟度，水温，水量，微生物による汚染，孵化技術或は管理方法の巧拙等により著るしく影響される。他方，孵化浮出せる稚魚の斃死率は主として水質の外に餌料の種類及び管理の巧拙により支配されると考へられる。しかも稚魚時代の餌料の種類は全國の養鱒場を通じて殆ど近似しているので，各養鱒場の稚魚管理技術に著るしい懸隔がない限り，稚魚斃死率は水の化学成分の影響を顯著に反映するものと思はれる。依て養鱒の経験も豊富で且斃死成績の明な養鱒場について，浮出後 1 ケ年間の斃死率を調べ，之と水質との関係につき定量的吟味を試みた*。

蒐集し得た各養鱒場の稚魚斃死率は第 3 表に示した通りで，毎月の斃死率は明でないが，之等の資料により浮出後の斃死率の変化を吟味して見ると，第 1 図により明な様に浮出後の経過月数の対数値と浮出後の各経過月の斃死率とは直線で示される。但し大垣の成績は二つの直線をなすが，これは浮出後 2 ケ月と 3 ケ月との間で何等かの原因により急激な斃死が起つた爲と思はれる。今，Z を浮出後の月数，M を浮出後 Z 月の斃死率，b を浮出後一ケ月目の斃死率，φ を直線の傾斜とすれば，$M = \varphi \log Z$

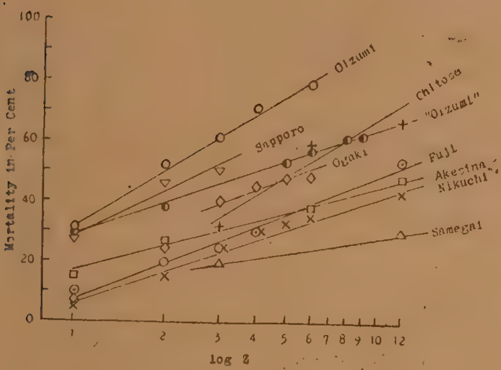
第 3 表　各養鱒場に於けるニジマス稚魚の斃死率

養鱒場名	調査年	親魚の年齢	一尾の平均孕卵数	未受精卵 %	孵化率 %	孵出率 %	浮出し後の毎月斃死率% 1	2	3	4	5	6	8	9	12	第 1 図より求めた斃死強度
醒ケ井	昭和12，14	3—4	1,330	20	65	50			20						30	18
明科	昭和12，15	4	1,200	35	85	85	15	27				38			48	28
大垣	昭和13，14	4	2,500	57	82	78	7	25	41	45	48	48				33
荷口	昭和11，12	—					5	15	25	30	33	35			43	37
富士	昭和14，15	4	2,000	10	70	65	10	20	25	30					54	39
札幌	昭和16	4	1,043	5	95	93	27	46	49							48
千歳	昭和8，9	4—5	731		85	81			31			59			66	63
大泉	昭和10，12	4	2,400		53	84	31	52	61	71		79				67
	昭和13				66	73	30	38			53	57	61	62		36

** 陰イオンの計算に当り HCO_3' は B. C. G. を指示薬として pH 4.3 迄滴定した時の HCl 量より計算し，直接に HCO_3'-CO_2 を定量して求めなかつたので，硅酸塩も一部滴定され HCO_3' として算出されている。從つて硅酸塩の多い水では相当の誤差を含むものと解される。

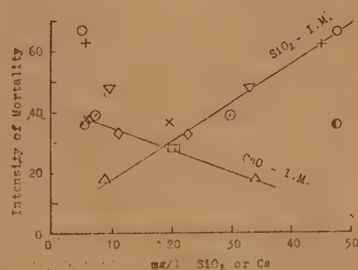
* マスの斃死は第 1 図に明な様に浮出後 6 ケ月迄に急激であるから，6 ケ月間の斃死率と水質との相関を検討すべきであるが，資料が少いので一ケ年間の斃死率を取扱つた。

+b なる式が成立する。それ故に各養鱒場に於ける稚魚の斃死狀態を示すには或特定なる時期の斃死率を採用するよりは，寧ろこの直線の傾斜値 φ を用ふるのが妥当と考へられる。依てこの傾斜値 φ を仮に斃死強度と名づけて，之と水質との相関を吟味してみる。第3表に示した通り斃死率の測定点が少いので，最小自乘法によるよりも第1図から斃死強度を求めて，之と SiO_2 との関係を図示すると，第2図の樣に明かに直線を以て示される。依て実驗式を図から求めると，$\varphi=1.4[SiO_2]+3$ が得られる。石灰と斃死強度との関係は調査例が少いので不確実ではあるが，$[SiO_2]<30$ mg/l の場合には φ は Ca と逆相関をなし，$\varphi=-0.74[Ca]+43$ なる実驗式で示されるが，$[SiO_2]>30$ mg/l の場合にはこの直線より著るしく偏倚する。即ち SiO_2 含量が大きく Ca 含量の小さい水質では，主として硅酸のみが斃死率を支配する樣である。例へば荷口，富士，大泉，千歳は Ca 量殆ど同一であるが，斃死強度の点では大泉，千歳が隔段に大きいのは SiO_2 の多量によると推断される。斯樣に少くともこの吟味の結果から，或湧水又は河水が養鱒に適するや否やを判定するに当つては，從來唯一の基準とされている水溫，水量の外に特に硅酸及び石灰（或は硬度）の定量結果を必要とすることが强調される。



第 1 図

浮出後の経過月数の対数値と各経過月の斃死率との関係



第 2 図

用水の硅酸含量或はカルシウム含量と斃死強度との関係

本研究に於ては斃死率を左右する直接的原因が本質的に石灰の欠乏か或は硅酸の過多の爲かについては俄に断じ難い。たゞ，前述の樣に，石灰含量の小さい水質では斃死率は硅酸により第一義的に支配される樣である。研究に用ひた殆んど總ての湧水では，石灰及硅酸含量は常に逆比し，両者が共に多量（30 mg/l 以上）か或は少量（10 mg/l 以下）の湧水は見当らないので，更にこの原因を決定的に究明するには，石灰の多い水に硅酸を人工的に添加した場合に斃死率が高まるか，或は硅酸の多い水に石灰を多量に加へた場合に斃死率が如何に変化するかを実驗的に求めるを要する。

次に石灰或は硅酸が如何なる作用機構により魚体の代謝或は斃死に影響するかに就ては勿論今後の研究を要するが，一般生理現象に適用される Donnan の膜平衡の理論に立脚して考察すると，次の如き解答が可能である。即ち血管と筋肉との間には半透過性膜が介在するから，不透性の蛋白陰イオンが多量に存在する筋肉系には陰電荷の硅酸よりも陽電荷の石灰の方が多く透過して新陳代謝に好適なる條件を與へるのであらうが，血管系では逆に硅酸イオンが少量しか筋肉系に入らない爲に血液中に多量に堆積する結果となつて，多少とも代謝障害が起るのではあるまいか。こゝに興味多い点は最も成績不良であつた大泉養鱒場では昭和 13 年より餌料の改良を研究した結果著るしく斃死率が低下し，斃死強度は

67 より 36 に減少した事である。改良餌料は蠶蛹及び米糠の混合物に 3％ の燐酸石灰を加へたものを熱圧により加工したものであるから，消化率やビタミンの増加も加工効果の一つと思はれるが，燐酸石灰の効果も見逃し得ないであらう。之等の水質や餌料の諸種因子の分析によつてマス稚魚斃死の原因を解明する研究は興味多く，今後の展開に期待したい。

総　　括：　（1）11 ケ所の養鱒場に於ける孵化及び飼育水の化学的組成を定め，その結果とニジマス稚魚斃死率との関係を定量的に吟味した。

（2）養鱒用水中の塩類の内，重炭酸根は常に硅酸根と逆比例し，両者の合量は全酸根の 75—94 ％を占める。

（3）重炭酸イオンはアルカリ土金属イオンと殆ど当量に存在するから，硅酸塩をなすものはアルカリ金属と考へられる。

（4）稚魚の斃死経過を見ると，斃死率と経過月数の対数とは直線関係を示すので，この直線傾斜を斃死強度と名づけた。

（5）斃死強度は硅酸量と相当広い範囲（8—47 mg/l）に亘り正比例する。石灰量は $[SiO_2]<30$ mg/l の場合のみ逆比例する $[SiO_2]>30$ mg/l の場合には一定の関係なく，SiO_2 のみが主として斃死強度を支配する様である。

（6）養鱒適水の判定には，水温，水量の外に硅酸塩及び石灰の定量結果を重視すべき事を強調し，また石灰及び硅酸の作用機構に関して考察を行つた。

本研究を遂行するに当り，材料の採集に援助された水産講習所故中井教授，並に材料送付に協力された各養鱒場各位に深謝の意を表する。また研究の一部は文部省科学研究費の援助により推進し得たので茲に特記して謝意を表する。

魚體の凍結に關する物理的研究
第二報　魚體の塩水凍結に要する時間の算定

（昭和 24 年 1 月 19 日受理）

田　中　和　夫
（第一水産講習所）

Physical Studies on the Freezing of Fish-body
II. Determination of the Time required for the Brine-freezing of Fish-body

K. TANAKA

SYNOPSIS

Taking the effect of the fat-layer in freezing of fish-body into consideration and according to the same method of Plank and regarding a fish as a conical body, the auther have taken a formula determining the time required for the brine-freezing of fish-body.

1. 実　　驗——前報に述べたる如き鰹にて塩水凍結の実驗を行ふ爲に矢張り大・中・小三種類の魚体を選んだ。其の諸元は第 1 表の通りである。之と別に亜鉛引鉄板製の凍結パン中に食塩水（NaCl Be′ 15° at 15°C）を作り，空氣凍結室に於て略 −10°C 迄予冷し，此の食塩ブライン中に先の鰹を全身悉く浸漬した物を再び空氣凍結室中に靜置して行つた。此所で凍結パンは同形同大の物 2 個を使用し，其の中 1 個には大なる魚体を 1 匹入れ，他の 1 個には中，小なる魚体を 1 匹づつ 2 匹入れて各部の温度を測定した。つまり実驗は靜止塩水凍結の形となり，その結果は第 2 表に示す如くである。

Dimension / Material		Length am	Height bm	Width cm	Weight Gkg
I	大	0.533	0.148	0.112	4.2
II	中	0.423	0.113	0.087	1.9
III	小	0.320	0.084	0.062	0.75

Table 1. Dimension of Fish-body for used of Brine-freezing.

2. 空氣凍結の場合と同様な考慮の下に立てた魚体の塩水凍結に要する時間を算定する式

魚体周囲の二次冷媒が空氣・塩水何れにしても流体であるから，空氣凍結に於て熱貫流の理論から誘導した凍結時間を求める各式は，中の常数さ適当に変れば塩水凍結にも適用出来る筈である。著者の円錐形の式は，

Temp. Number	Time	Air Temp.	Temperature of Fish body I				Temperature of Fish body II				Temperature of Fish body III			
			Brine	Surface	Intermediate	Center	Brine	Surface	Intermediate	Center	Brine	Surface	Intermediate	Center
	h m	°C	θ_e°C	°C	°C	°C	θ_e°C	°C	°C	°C	θ_e°C	°C	°C	°C
1	7.30	− 5.0	− 4.0	9.0	2.5	1.5	− 5.0	10.5	3.2	1.5	− 5.0	13.0	5.0	3.0
2	8.30	0.5	− 6.0	− 2.0	− 0.5	0.7	− 6.0	− 3.0	− 0.2	0.0	− 6.0	− 2.2	− 0.2	− 0.3
3	9.30	− 6.0	− 6.0	− 2.1	− 1.0	− 1.0	− 7.0	− 3.7	− 1.0	− 1.5	− 7.0	− 3.5	− 2.0	− 1.0
4	10.30	− 11.5	− 8.5	− 2.8	− 1.0	− 1.0	− 7.5	− 4.0	− 1.5	− 1.5	− 7.5	− 3.5	− 3.0	− 2.0
5	11.30	− 12.0	− 7.5	− 3.0	− 1.1	− 0.9	− 8.0	− 6.1	− 2.0	− 1.8	− 8.0	− 6.2	− 2.3	− 1.4
6	12.30	− 12.5	− 8.0	− 3.8	− 1.5	− 1.0	− 9.0	− 6.5	− 2.5	− 1.8	− 9.0	− 6.5	− 2.7	− 2.5
7	13.30	− 13.2	− 8.5	− 4.0	− 1.5	− 1.0	− 9.0	− 8.0	− 3.0	− 1.8	− 9.0	− 8.0	− 5.0	− 4.5
8	14.30	− 13.2	− 9.0	− 5.0	− 1.5	− 1.0	− 9.5	− 8.0	− 3.3	− 2.0	− 9.5	− 8.0	− 6.0	− 5.0
9	15.30	− 14.0	− 9.5	− 4.8	− 2.0	− 1.0	− 9.5	− 8.0	− 4.0	− 3.0	− 9.5	− 9.0	− 6.5	− 6.0
10	16.30	− 15.0	− 9.5	− 6.5	− 2.0	− 1.0	− 10.0	− 9.0	− 5.0	− 4.0	− 10.0	− 9.5	− 7.5	− 7.0
11	17.30	− 16.0	− 9.5	− 7.5	− 2.1	− 1.0	− 10.0	− 9.5	− 6.0	− 5.0	− 10.0	− 9.0	− 8.0	− 7.5
12	18.30	− 16.1	− 10.0	− 8.1	− 3.0	− 1.2	− 11.0	− 9.0	− 7.0	− 6.0	− 11.0	− 9.0	− 8.5	− 8.0
13	19.30	− 18.5	− 10.0	− 9.0	− 4.0	− 2.0	− 10.5	− 9.5	− 7.5	− 6.8	− 10.5	− 10.0	− 9.0	− 8.2
14	20.30	− 18.0	− 10.0	− 9.5	− 5.0	− 3.0	− 10.5	− 10.0	− 7.5	− 7.2	− 10.5	− 10.5	− 10.0	− 9.0
15	21.30	− 17.5	− 11.0	− 10.5	− 7.0	− 5.0	− 11.0	− 11.0	− 8.2	− 8.0	− 11.0	− 11.0	− 11.0	− 9.5
16	22.30	− 19.0	− 11.0	− 11.0	− 8.0	− 6.0	− 12.0	− 11.0	− 9.0	− 8.5	− 12.0	− 11.5	− 11.0	− 10.0

Table 2. **Results of Experiment of Brine freezing of *Katsuo*.**

$$t_0=\frac{f\rho xy\cos\beta}{24K\Delta\theta}D_0(\cos\beta D_0+\frac{4K}{\alpha}+\frac{12K}{\alpha_0}) \quad (1)$$

此所に t_0 は魚体の凍結開始温度より凍結終了温度迄に経過する時間で，単位は h である。

f は清水の凍結の潜熱にして　　=80kcal/kg

ρ は清水の密度にして　　=1000kg/m³

x は魚体の含水率にして　　=0.75

y は魚体水分中凍結する水分の割合にして，魚体の中心温度が −3.9°C になつた時略75%の水分が凍結を完了したと見做して　　=0.75

β は魚体を円錐形と見做した時に其の頂角の ½ にして　　$\cos\beta \doteqdot \cos 7\frac{1}{2}^\circ \doteqdot 1.00$

$\Delta\theta$ は魚体の凍結温度 θ_c と塩水温度 θ_e との温度差にして　　$=\theta_c-\theta_e$°C

D_0 は魚体を円錐形とした場合の底面の直径　　m

K は魚体の凍結層の熱傳導率にして　　=1.25 kcal/mh°C

α は魚体と周囲の塩水冷媒との間の熱傳達率にして静止液体の値を取り　　=240kcal/m²h°C

α_0 は魚体内部に於ける未凍結水溶液と凍結層との間の熱傳達率にして　　=∞ kcal/m²h°C

とすると，塩水凍結に要する時間を算定する式として，魚体を円錐形と見做した場合には次式を得る。

$$t_0=\frac{1500}{\Delta\theta}D_0(D_0+0.020) \quad (2)$$

Plank の両端面防熱されたる円筒形の式は

$$t_0=\frac{f\rho xy}{16K\Delta\theta}D_0(D_0+\frac{4K}{\alpha}+\frac{8K}{\alpha_0}) \quad (3)$$

此所に他の常数は上と同様なるも唯

K は純粋の氷の値を採用し　　=2.0kcal/mh°C

α は静止液体として　　=235kcal/mh°C

と取ると，塩水凍結に要する時間を算定する式として，魚体を円筒形と見做した場合には次式を得る。

$$t_0=\frac{1406}{\Delta\theta}D_0(D_0+0.034) \quad (4)$$

以上両式に実験の結果を代入して計算した値と，実験に依る値とを比較すると第3表の如くなる。

此の表を見ると，塩水凍結の場合には円錐形の式も円筒形の式も著しく過少な凍結時間を與へ，実際の凍結時間の ½〜⅓ にしか計算されていない。之では到底，上二式は実用に供し得ない。

此の結果を考察するのに，空氣凍結の場合には影響僅少にして看過し得たが，塩水凍結の場合は相当大きく働く或熱抵抗を考へざるを得ない。すると直ぐ氣付く事は魚体成分中脂肪の熱傳導率は非常に小

Time / Material	Diameter $D_0=\frac{b+c}{2}$ m	Freezing Temp. θ_c °C	Brine Temp. θ_e °C	Temp. Difference $\Delta\theta=\theta_c-\theta_e$ °C	Conical t_0 con. cal. h	Cylindrical t_0 cyl. cal. h	Experimental t_0 exp. h
I	0.130	−2.0	−9.50	7.50	3.90	3.99	8.5〜9.5
II	0.100	−2.0	−9.16	7.16	2.51	2.63	4.0〜5.0
III	0.073	−2.0	−8.37	6.37	1.59	1.72	2.5〜3.5

Table 3. Comparison of Calculation and Experiment
(Take into Nonconsideration of Fat-layer)

さいと云ふ事である。故に空氣凍結の場合には大して影響を及ぼさなかつた魚体の脂肪層の影響が，塩水凍結の場合には見逃し得ぬ熱抵抗となつて表れて來るので，塩水凍結の場合には此の脂肪層の影響をも考慮に入れた魚体の凍結時間を求める式を別途に誘導する必要がある。

3. 魚体の塩水凍結に要する時間を算定する式の誘導

獣肉・魚肉等に於て，比較的脂性の物は割合に厚い皮下脂肪層を持ち，かゝる表面下の層にて包まれてゐる食品の凍結時間の算定は，円筒形の場合に付き *Plank*[1] が既に解いて居る。彼は熱傳導率の異る内外二種の物質より成れる円筒管の，内部の流体より外部を流れる流体に熱が貫流する時の理論を元にして，之等と同じ様な假定の下に，脂肪層の影響をも考慮に入れた円筒形食品の凍結時間を算定する式を求めた。著者は，魚体の如きは円筒形と見做すよりは，円錐形と見る方がむしろ妥当であると考へ，*Plank* と同一の假定の下に，脂肪層の影響を考慮に入れた円錐形食品の凍結時間を算定する式を誘導した。

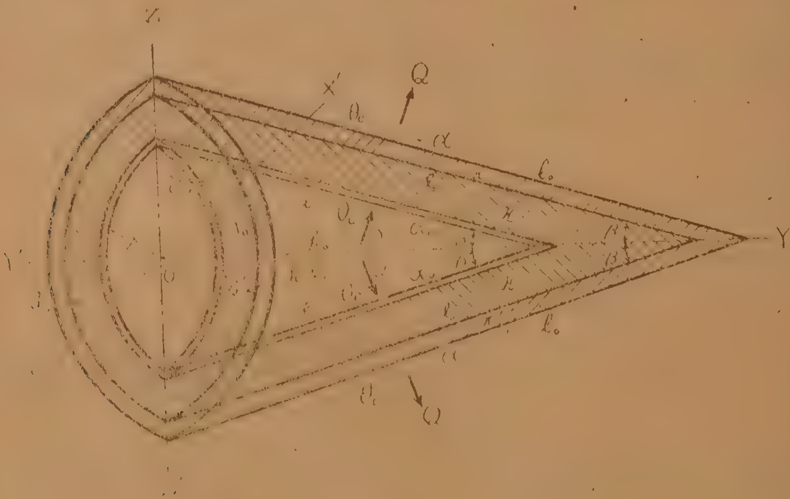


Figure 1.

今第1図に示す如く魚体を頂角 2β なる円錐形と考へ，全円錐形及び脂肪層を引き去つた円錐形並びに凍結層を引き去つた未凍結円錐形の側長・高さ・底面の半径を夫々 $l_0 h_0 r_0$, $l_0' h_0' r_0'$, $l\, h\, r$ とする。而して此の円錐形の底面は，防熱されて居るか又は YY' の方向に無限と考へ，脂肪層の底面に平行なる厚みは何所も一様にして d_m とするならば，

$$d = r_0 - r_0' \quad \therefore \quad 2d = D_0 - D_0' \qquad (5)$$

となり，且つ熱傳導率を K' とする。r を未凍結部の半径とし，脂肪中の水分の量は僅かに 6～10% であるから，その水分が凍結する為に除かれる熱量を無視し，他は空氣凍結の場合と同様な符号と假定を設けると，凍結の進行と熱の貫流の両方より次の二式が得られる。

$$dQ = f\rho xy\pi \frac{\cos\beta}{\sin\beta} r^2 dr$$

$$dQ = \frac{\pi \; \Delta\theta \; dt}{\sin\beta \left\{ \frac{1}{\alpha_0 r^2} + \frac{\cos\beta}{K}\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_0'}\right) + \frac{\cos\beta}{K'}\left(\frac{1}{r_0'} - \frac{1}{r_0}\right) + \frac{1}{\alpha r_0^2} \right.}$$

r

両式の右辺同志を相等しいと置いて

$$dt=\frac{f\rho xy\cos\beta}{\varDelta\theta}\left\{\frac{1}{a_0}+\frac{\cos\beta}{K}\left(r-\frac{r^2}{r_0'}\right)+\frac{\cos\beta}{K'}\left(\frac{r^2}{r_0'}-\frac{r^2}{r_0'}\right)+\frac{r^2}{a\,r_0^2}\right\}dr$$

此の式の左辺を 0 から t_0 迄，右辺を r_0' から 0 迄積分して

$$t_0=\frac{f\rho xy\cos\beta}{6\varDelta\theta}r_0'\left\{\frac{6}{a_0}+\frac{\cos\beta}{K}r_0'+\frac{2\cos\beta}{K'}r_0'\left(1-\frac{r_0'}{r_0}\right)+\frac{2r_0'^2}{a\,r_0^2}\right\}$$

r_0' の代りに直径 D_0'，r_0 の代りに全直径 D_0 を用ひる為に $r_0'=\frac{D_0'}{2}$，$r_0=\frac{D_0}{2}$ を代入して，脂肪層の影響を考慮に入れた円錐形食品の凍結時間を求める次式を得る。

$$t_0=\frac{f\rho xy\cos\beta}{24\varDelta\theta}D_0'\left\{\frac{12}{a_0}+\frac{\cos\beta}{K}D_0'+\frac{2\cos\beta}{K'}D_0'\left(1-\frac{D_0'}{D_0}\right)+\frac{4D_0'^2}{aD_0^2}\right\}$$

Plank が求めた脂肪層の影響を考慮に入れた円筒形食品の結凍時間を求める式は次の如くである。

$$t_0=\frac{f\rho xy}{16\varDelta\theta}D_0'\left(\frac{8}{a_0}+\frac{1}{K}D_0'+\frac{2}{K'}D_0'\ln\frac{D_0}{D_0'}+\frac{4D_0'}{aD_0}\right) \qquad (11)$$

今此の両式で他の常数は前述通りとして脂肪層の熱傳導率を

前式には　$K'=0.10$ kcal/m h °C

後式には　$K'=0.15$ kcal/m h °C

と取る。又脂肪層がかなり厚くない時は計算を簡便にする為に $\frac{D_0'}{D_0}\fallingdotseq 1.0$ と見做して

$$D_0'\left(1-\frac{D_0'}{D_0}\right)=\frac{D_0'}{D_0}(D_0-D_0')\fallingdotseq 2r_0-2r_0'=2d \qquad (12)$$

$$D_0'\ln\frac{D_0}{D_0'}\fallingdotseq 2d \qquad (13)$$

と置ける事に注意し，両式を使用に便利な形に書き変へると，

円錐形の式　$t_0=\frac{1875}{\varDelta\theta}D_0'(0.8D_0'+40d+0.016)$　(14)

円筒形の式　$t_0=\frac{2812.5}{\varDelta\theta}D_0'(0.5D_0'+26d+0.017)$　(15)

となる。

4.　脂肪層の厚み d の計算

上の両式を用ひるのに前述の式と大いに異るのは d の項である。各魚体につき d を測定するのは煩瑣に堪へず，又其の為には凍結材料を輪切にせねばならぬので，此所では実験に用ひざる他の鰹の d を測り，それより下の如き計算の結果を利用して凍結魚体の d を推定した。実際の凍結作業に当っても勿論かゝる取扱ひを為す可きである。

今円錐形の相似なる2匹の魚体があるとし，一方を添字 1，他方を添字 2 をつけておけば

全体積 V は　$V_1=\frac{1}{3}\pi\cot\beta\, r_1^3$　(16)　　$V_2=\frac{1}{3}\pi\cot\beta\, r_2^3$　(17)

脂肪層の厚み d を除いた体積 V' は

$V_1'=\frac{1}{3}\pi\cot\beta\, r_1'^3$　(18)　　$V_2'=\frac{1}{3}\pi\cot\beta\, r_2'^3$　(19)

故に皮下脂肪層は全部一様な組成（例へば脂肪なら脂肪から成るものとして）の体積 V_f は

$$V_{f1}=V_1-V_1'=\frac{1}{3}\pi\cot\beta(r_1-r_1')(r_1^2+r_1r_1'+r_1'^2) \qquad (20)$$

$$V_{f2}=V_2-V_2'=\frac{1}{3}\pi\cot\beta(r_2-r_2')(r_2^2+r_2r_2'+r_2'^2) \qquad (21)$$

今両円錐形魚体の代表的長さを l とし，比例常数を k とすると

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{\frac{1}{3}\pi\cot\beta\,r_2^3}{\frac{1}{3}\pi\cot\beta\,r_1^3}=\frac{r_2^3}{r_1^3}=\frac{l_2^3}{l_1^3}$$

$$\frac{V_{f2}}{V_{f1}}=\frac{\frac{1}{3}\pi\cot\beta\,(r_2-r_2')\,(r_2^2+r_2r_2'+r_2'^2)}{\frac{1}{3}\pi\cot\beta\,(r_1-r_1')\,(r_1^2+r_1r_1'+r_1'^2)}=\frac{k_2\,l_2^2\,d_2}{k_1\,l_1^2\,d_1}$$

所が両魚体に於て脂肪含有率は相等しいと見做せるから，

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{V_{f2}}{V_{f1}}\qquad\therefore\quad\frac{d_2}{d_1}=\frac{k_1}{k_2}\,\frac{l_2}{l_1}=k\frac{l_2}{l_1}\qquad\therefore\quad d\propto l$$

同様に円筒形の相似なる二匹の魚体に対しても

$$V_1=\pi r_1^2 h_1\qquad V_2=\pi r_2^2 h_2\qquad V_1'=\pi r_1'^2 h_1\qquad V_2'=\pi r_2'^2 h_2$$

$$V_{f1}=V_1-V_1'=\pi h_1(r_1^2-r_1'^2)\qquad V_{f2}=V_2-V_2'=\pi h_2(r_2^2-r_2'^2)$$

今両円筒形魚体の代表的長さを l として比例常数を k とすると

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{\pi r_2^2 h_2}{\pi r_1^2 h_1}=\frac{r_2^2 h_2}{r_1^2 h_1}=\frac{l_2^3}{l_1^3}$$

$$\frac{V_{f2}}{V_{f1}}=\frac{\pi h_2(r_2-r_2')(r_2+r_2')}{\pi h_1(r_1-r_1')(r_1+r_1')}=\frac{k_2\,l_2^2\,d_2}{k_1\,l_1^2\,d_1}$$

所が両魚体に於て脂肪含有率は相等しいと見做せるから

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{V_{f2}}{V_{f1}}\qquad\therefore\quad\frac{d_2}{d_1}=\frac{k_1}{k_2}\,\frac{l_2}{l_1}=k\frac{l_2}{l_1}\qquad\therefore\quad d\propto l$$

つまり何れの場合にも魚体の脂肪層の厚み d は魚体の代表的長さ l に比例する事が分る。

5. 計算と実験の比較

以上の如くして脂肪層を考慮に入れたる魚体の塩水凍結時間を求める諸式が，どれだけ実験の結果と合ふか比較したのが第4表である。

Time / Material	Total diameter $D_0=\frac{b+c}{2}$ m	Thickness of fat loyer d m	Diameter $D_0'=D_0-2d$ m	Tempera-ture difference $\Delta\theta=\theta_e-\theta_e$ °C	Conioal t_b con. cal. h	Cylind-rical t_b cyl. cal. h	Ex-perimental t_b exp. h
I	0.130	0.0035	0.123	7.50	7.81	7.84	8.5～9.5
II	0.100	0.0027	0.095	7.16	4.96	5.03	4.0～5.0
III	0.073	0.0020	0.069	6.37	3.06	3.16	2.5～3.5

Table 4. Comparison of Calculation and Experiment
(Take into Consideration of Fat-layer)

此の結果を見ると，円錐形の式も円筒形の式も脂肪層の熱傳導率 K' の値を適当に選んで使ふと，非常に良く実際と一致する凍結時間を與へる事が分る。問題なのは K' である。之に付ては *Rubner* の測定[2)]では，

牛脂にて　　$K'=0.150$ kcal/m h °C

豚脂にて　　$K'=0.153$ kcal/m h °C

又 *Plank*[3] が羊肉に就いて凍結實驗を行つた時

羊脂として　　$K' = 0.15\ \mathrm{kcal/m\,h\,°C}$

なる値を用ひた。之等から見ると，本計算に用ひた

魚脂として　　$K' = 0.10$　　又は　　$0.15\ \mathrm{kcal/m\,h\,°C}$

は一方が少し小さい。併し魚体の場合は皮下脂肪層の熱傳導率として魚皮・魚鱗等をも含めた綜括熱傳導率である事を考へれば，單なる脂肪の熱傳導率たる先の値よりも此所に採用した値の方が妥当なのかも知れない。

次に空氣凍結の時にはさして表れなかつた脂肪層の影響が，何故に塩水凍結の場合には表れて來るかと云ふ問題は簡單である。それは魚休の凍結層と周囲の流体冷媒との間の熱傳導率 α を見るのに，空氣凍結の場合は α が非常に小さいが，塩水凍結の場合は遙かに大きい。つまり二次冷媒が空氣の如き氣体では，熱の貫流を妨げる主なる抵抗は魚休表面の熱傳達の過程にあるが，二次冷媒が塩水の如き液体では熱傳達抵抗は僅少で，熱の貫流を妨げる主なる抵抗は魚休内部の熱傳導の過程にある。されば塩水凍結の場合には，脂肪層の持つ大きな熱傳導妨害が数字に表れて來たのである。又魚休が小さい程其の影響が著しい事も之で分る。此の点をも一つ押し進めて考へると，上記の式並びに其の誘導法は同樣な考慮と実驗とを，より精密に，正確に行ふならば，魚休の皮層・脂肪層・筋肉層等，それぞれ魚休各層の熱傳導率又は厚さ，尚進んでその成分の概略の値を求める手段としても役立つであらう。少くとも凍結操作に良く用ひられる包裝の影響は，かゝる考への下に簡單に計算出來る。此の樣な場合には，先に出した塩水凍結に要する時間を算定する半理論式は，

$$t_0 = \frac{A}{\Delta\theta} D_0' (B D_0' + Cd + E) \qquad (29)$$

の形の実驗式と考へ，A，B，C，及び E なる常数は，実驗の度毎に実驗結果を満足する如く適当に定めて用ひる可きである。

參 考 文 献

1) *Plank, R.*: —— Z. ges. Kälte-Ind., 24 (3), 1917, 18.

2) *Rubner, M.* : —— Archiv. f. Higiene, 55, 1906.

3) 同　上 1)

— — —

イワシ鱗永久標本の新製作法

(昭和 24 年 1 月 31 日受理)

久保伊津男・服部　仁

(第一水産講習所)

A New Method for Preparation of Sardine Scales.

I. KUBO and J. HATTORI

SYNOPSIS

In this new method, fish scales are attached with their underside down and without any fixative on ordinary microscope slide. Befor mounting the scales are cleaned off of their adherent matters and softened 15 seconds at 25-29 °C in air-temperature immersing in acetocarmine solution being of 40 % of acetic acid and saturated with carmine. The scales softened enough are picked up and placed on the slide taking care to avoid any air left between them, and excessive fluid is taken out. After these procedures the slides are gently dried off in room, and the scales are thus firmly fixed up for further examinations. It should be mentioned herein that the scales handled by the present method show little modification, and stretching (less than 1 % in most caces as shown in the outermost column of Table 1) negligible for the purpose of further scrutinies.

The method here recorded is successful on both scales, fresh and fixed by formarin, and is, at least, useful for the scales of *Sardinia melanosticta*, *Engraulis japonicus*, *Etrumeus micropus*, *Spratelloides japonicus*, *Clupea pallasii*, *Harengula zunasi*, and *Cololabis saira*, but useless for ones of *Hemibarbus barbus* and *Acanthogobius flavimanus*.

従来魚鱗の永久標本は種々の方法によつて作製されている。然しこれ等は大別して次の 4 類，即 (1) 封入法；(2) 印画法；(3) 貼付法；及び挾込法，に帰せられるようである。(1) は LEA (1918)[6] が Cornsirup を使用してニシンの鱗を封じたのに始ると云はれれる。その後 CREASER及びCLENCH (1923)[2], CLARK (192[illegible])[1], SCHULTZ (1933)[9] 等は Sodium-silicate (水硝子) と Glycerin との混合液を，OOSTENT (1929)[8] は Glycerin-gelatin を，檜山氏 (1937)[3] はAlbumin-glycerin，及び果汁を使用して封入標本を作製している。(2) は前記 LEA (1918)[6] が最初 Celloidin の薄膜に印画したと云はれる。その後 NESBIT (1934)[7] は Celluloid の薄板を Aceto-amyle で軟くしこれに鱗の外面をあて捺印器で圧付けてその印画を取る恰度スンプと同様な方法を工案している。(3) は筆者の 1 人久保 (1941)[4] が始めたもので透明な Celluloid 板にベニザケの鱗を Aceto-amyle で直接附着せしめるものである。(4) は鱗を 2 枚の Slide-glass の間に挾みその両端を紙片で糊付にし乾燥にまかせて保存する方法である。

これ等上記の方法は何れも相当複雑な手数と比較的多くの費用を要する。筆者等はイワシの資源学的研究をするに当り可及的に製作操作が簡易で，製作費が少く，管理にできるだけ場所を要しない永久標本の作製を試み，稍その目的に叶ふものの製作に成功した。

新製作法は貼付法の1種であつて清潔な Slide-glass に直接イワシの鱗を貼付するもので，中羽イワシの鱗で1枚の Slide-glass に10枚貼付しうる。貼付前に鱗を充分洗滌して鱗に附着している汚物，被覆物等を完全に除去する。この鱗を氷醋酸40%液に Carmin を飽和させて後濾過した液につけ，氣温25-29°C に於て15分間放置充分軟化した鱗を引出しそのまま氣泡を入れない様に Slide-glass にのせ，次いで余分の液を吸取つてそのまま室内で製作操作を終る。

液内に放置する時間は鱗の厚さ，魚種，温度等によつて多少加減を要する。鱗は生のものでも，ホルマリン漬にしたものでも結果に於て変りはない。貼付の際鱗を水洗しなくとも差支ない。筆者の1人久保が9年前にニシンの鱗を同方法で作つた標本は今だに標本としての價値を保つている。次に残る懸念は醋酸で処理したために起る鱗の伸縮についてである。然しこれは第1表に示したように少くともマイワシ，カタクチイワシ，ウルメイワシでは著しい伸縮性はなく，多くの場合その伸縮率は1%以下であつて資源学的な取扱に差支へないと思はれる。又鱗相上にも変化は認められない。

Table 1. Localities from which the specimens obtained, body-length, stretching ratio of scale due to the treatment of the present method, and so forth. *A*, *Sardinia melanosticta*; *B*, *Engraulis japonicus*; *C*, *Etrumeus micropus*; *a*, scales taken from fresh specimens, all other ones from fish fixed by formarin; *b*, Chiba Pref., all other localities stand on the coast of Miura Peninsula, (Kanagawa Pref.); *c*, numeral within brackets show number of scales dealt with.

Species	Localities [b]	Date	No. of specimens examined [c]	Bodylength (mm)	Bodyweight (g)	Stretching ratio of scale (%)
A	Honmoku	7/IX	4 (20)	116.3—126.8	21.7—26.9	−0.49
A	Akiya	1/VII	4 (20)	83.6—122.6	6.5—21.7	−0.23
A [a]	Futtsu	4/IX	3 (7)	111.6—120.0	18.6—21.8	−1.61
B	Kamimiyata	7/VII	2 (20)	114.4—115.5	11.9—12.8	+0.08
B	Sajima	15/VI	3 (9)	103.0—132.0	9.5—17.8	0
C	Futtsu	8/IX	3 (7)	108.2—154.8	17.3—51.9	−0.30

この方法は上記種類の外ニシン，キビナゴ，サッパ等のイワシ科及びその近縁種及びサンマの鱗にはいづれにも適用される。ボラの鱗には余りよい成績ではない。コイ，スズキの鱗には全く不適当である。この適，不適の原因は主として鱗の化学成分と関連するものと考へられるので今後その方面からの研究が要望される。

文　　献

（*，直接閲読し得なかつたもの）

1. *CLARK, Frances N. 1929. The life history of the California Jack smelt, Atherinopsis californiensis. Contribution from the California State Fisheries Laboratory, Cont. No. 77 (Fish Bull. No. 16).
2. *CREASER, C. W. and W. J. CLENCH. 1923. The use of sodium silicate as a mounting medium. Trans. Amer. Micro. Soc. 42, 69-71.

8. 檜山義夫. 昭. 12 (1937). 魚鱗プレパラートの作り方. 水産学会報, 7 (3).
4. KUBO, I. 1941. A new method of preparing fish scale. Bull. Jap. Soc. Fish. 9 (6).
5. *LEA, E. 1918. Report on the age and growth of the herring in Canadian waters. Canadian Fisheries Exped., 1914-1915. Ottawa.
6. MERRIMAN, Daniel. 1941. Studies on the striped bass (Roccus saxatilis) of the Atlantic coast. Fish. Bull. Fish and Wildlife Service, U. S. Vol. 50. Fish. Bull. 35.
7. NESBIT, R. A. 1934. A convenient method for preparing celluloid impressions of fish scales. Jour. Conseil, 9 (3).
8. OOSTEN, V. J. 1929. Life history of the lake herring (Leucichthys artedi Le SUERUR) of Lake Huron as revealed by its scales, with a critique of the scale method. Bull. U. S. Bur. Fish. 44 (1053).
9. SCHULTZ, Leonard P. 1933. The age and growth of Atherinopsis affinis oregonia JORDAN and SNYDER and of other subspecies of bay-smelt along the Pacific coast of the United States. Univ. Washington Publ. Biol., 2 (3).

魚類の榮養とコリン

I. 高脂肪低蛋白餌料に對するコリン添加の効果について

（昭和 24 年 2 月 23 日受理）

荻　野　珍　吉

（第 一 水 產 講 習 所）

Choline in the Nutrition of Fishes.

I. On the Effect of Choline added to the Ration of High Fat and Low Protein.

C. OGINO

SYNOPSIS

Fifteen gold fishes, 2-5 g, were classified into three groups, each containing five, group I and II were supplied 3 gr. of high fat and low protein ration, indicated by the table 1 and 2 respectively. Group III was supplied above-mentioned ration and 0.5 mg. choline hydrochloride every day, and fed from Oct. 27 th to Nov. 16 th in the glass vessels.

Initial and final weight of fishes of three groups are shown in the table 3. Choline supplied group increased their weight, comparing to that of no choline groups. Analytical results of viscera of the group I, III and control fishes are shown in the table 4, 5 and 6. The percentage of viscera to the body weight of choline supplied group is smaller than that of no choline groups. It seemed that the normal fat metabolism was performed by the addition of choline. But in both groups so called fatty liver was not observed. Phosphatide content of vis.era of choline supplied group is greater than no choline group.

From these results I have conoluded that choline is one of the essential factor for normal growth and metabolism of young gold fish.

コリンはレシチン分子の構成分として或は遊離の狀態に於て宏く生物界に分布してゐる化合物であるが，又動物の榮養上特殊の効果を有してゐる。即コリンを含まず且つ蛋白含量の少ない飼料で動物を飼育する時は成体に於ては脂肪代謝作用が阻害され，肝臓に多量の脂肪が蓄積する[1]。幼若な白ネズミに於ては生長の停止，腎臓出血，脾臓肥大等の症狀が表はれ[2]，又幼若な鳥類に於ては腱痲痺症が発生する[3]。之等の欠乏症狀はコリンを含まぬ低蛋白飼料にシスチンを添加する時ははげしく起り[2][4]，飼料にコリンを加へるか，蛋白を増量するか，或はメチオニンを添加すると回復する。メチオニンの効果は体内でコリン合成に必要なメチール基を供與する爲と考へられてゐる。一方養魚に於て脂肪含量の高いサ

ナヤ等を長期に與へた時脂肪変性或は類脂肪変性症と呼ばれている高等動物のコリン欠乏症に類似した病氣が屢々発生する。著者は魚類に於ても，コリンは如何なる作用を有するか又魚類に於ける脂肪変性症はコリン欠乏によつて発生するものであるか否かを見る爲，高脂肪低蛋白飼料で金魚を飼育した場合コリン添加の影響を見た。

実　　　験

1. 飼育方法及び飼料の組成： 約 1 週間絶食せしめた体重 2～5 gr. の琉金 5 尾宛を約 8 l の水を入れた硝子鉢（21×20×30 cm）に入れ，3 群に分ち，I 及び II 群はコリン欠乏區，III 群はコリン給與區とし，第 1 及び 2 表に示す飼料を 1 日 3 gr. 與へ昭和 23 年 10 月 27 日より 11 月 16 日迄 20 日間飼育した。飼料は投餌直前適量の水と計算量のオリーブ油を加へ，湯煎上で加熱し，油が充分混和する様によく撹拌し，毎日午前中に 1 回與へた。残渣及び糞は投餌前にサイフォンで除き，毎日水の減量を補充した。コリン給與區の飼料は前記飼料にレシチンより製したコリン塩酸塩を毎日 0.5 mg. 宛添加した。水は主として貯水池の水を濾過したものを用ひ，其他井戸水，雨水或は水道水を煮沸し冷後空氣を充分吹き込んだ水を使用した。20 日間飼育後 1 日絶食せしめて後分析に供した。飼育期間中コリン給與區は食欲旺盛であつたが，コリン欠乏區は 13 日目頃より食欲が稍減退した。

TABLE 1.

Composition of ration.

	per cent
Starch	50
Casein	5
Olieve oil	40
Salts	5

1 gr. Yeast, 1 mg. vitamin B_1 and B_2, 25 mg C were added to 100 gr. of above-meutuired ration.

TABLE 2.

Composition of salts.

NaCl	7.0 g
$Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$	10.0
K_2HPO_4	35.0
$MgSO_4$	13.0
$CaH_4(PO_4)_2 \cdot H_2O$	20.0
KI	0.5
Ca-Lactate	40.0
Fe-Citrate	3.0

2. 結　果： 試験第1日及び終了時の体重の増加を測定し第3表に示す結果を得た。第3表に示す如くコリン給與區は欠乏區に比して体重の増加量が大である。

TABLE 3.

Increase of body weight.

Group.		Initial number of fishes.	Initial total weight.	Initial average.	Final number of fishes.	Final total weight.	Final average.	Increase of weight of one fish. (average)	Change of weight.
			g.	g		g	g	g	per cent
no Choline supplied.	I	5	16.8	3.36	5	17.2	3.44	0.08	+2.4
	II	5	17.7	3.54	5	18.2	3.64	0.10	+2.8
Choline supplied	III	5	18.2	3.64	5	19.5	3.90	0.26	+7.1

次に試験開始時の他の金魚，コリン欠乏區の内I群及びコリン給與區金魚の各内臓の重量，内臓の脂肪含量，沃素價及び燐脂体含量を測定し第4，5及び6表に示す結果を得た。

TABLE 4.

Analytical results of viscera of control fishes.
(Farting)

No	body of weight	weight of viscera	weight of viscera to body weight	fat	Iodine value	phosphatide
			per cent	per cent		per cent
1	6.9 g.	0.623 g.	9.0	3.24	115.8	—
2	8.0	0.825	10.3	—	—	—
3	5.0	0.484	9.6	4.61	110.1	—
4	6.0	0.6316	10.5	—	—	2.23
5	3.9	0.4235	10.9	—	—	—
6	4.6	0.7770	16.9	—	—	2.03

TABLE 5.

Analytical results of viscera of no choline supplied gronp I.

No.	body weight	weight of viscera	weight of viscera to body weight	fat	Iodine value	phosphatide
1	4.6 g.	0.7710 g.	per cent 16.8	per cent —	—	per cent 1.43
2	5.2	0.6995	13.5	4.03	150.1	—
3	3.3	0.6213	18.8	3.48	133.1	—
4	1.7	0.4230	24.9	—	—	1.61
5	1.6	0.4660	29.1	—	—	2.00

TABLE 6.

Analytical results of viscera of choline supplied gronp.

No.	body weight	weight of viscera	weight of viscera to body weight	fat	Iodine value	phosphatide
1	4.6 g.	0.6908 g.	per cent 15.0	per cent —	—	per cent 2.66
2	4.5	0.6936	15.4	4.11	124.7	—
3	5.1	0.7253	14.2	6.70	118.5	—
4	2.9	0.3512	12.1	—	—	3.07
5	2.1	0.2730	13.0	—	—	2.83

實驗結果の考察

以上の實驗に於ては供試魚の數が少ないが，コリン給與區金魚の體重の增加が欠乏區に比して大きい事は幼若な高等動物に於ける結果とよく一致してゐる。即ちコリンの存在により異狀組成の飼料をよく利用し得たものと考へられる。魚類の生長に必要なH因子はHEWITT[9]によりレシチン類似の物質であらうと推察されてゐるが之はコリンの効果によるのではないかと推察される。第4，5及び6表に示す如く供試魚內臟の脂肪含量はコリン給與區の方が稍大きい事は高等動物に於ける結果と矛盾してゐる。然しコリン給與區は欠乏區に比して體重の增加量が大きく然も體重に對する內臟の百分比は欠乏區に比して小さい點より考へると吸收された脂肪の燃焼或は他組織への移動が圓滑に進行したものと考へられ，又脂肪を蓄積する季節であつた事も一原因と考へられる。欠乏區に於ては內臟の脂肪含量は試驗前と殆んど變化してゐないにも拘らず體重に對する內臟の百分比が增加した事は吸收された脂肪の正常

の代謝作用が阻害されたものか或は他の異状が発生した事が考へられる。試驗前金魚の內臟量の割合が小さいのは絕食中の爲と考へられる。脂肪の沃素價も逆の價を示してゐるが之は供試油の量が少ない爲誤差も大きく追試の必要がある。コリン給與區は明に內臟の燐脂体含量が增加してゐるが欠乏區では稍減少してゐる。然し尙相当量が殘存する点より考へると，コリンよりレシチンが合成されて後初めて其生理作用を発揮するのではなく，コリンの効果はコリン其物の作用であると考へられる。以上の実驗よりコリンは幼若な金魚に於ても他の高等動物と同樣に正常な生長，発育に必要な化合物であると考へられる。

終りに臨み大谷武夫博士の御指導を深謝し，金魚を御恵與された東京都水産試驗場大內技師，実驗に共力された古沢幹夫氏に深謝する次第である。

文　　　献

(1). HERSHEY & SOSKIN : Am. g. physoil., 98, 1931, 74.
BEST & HUNTSMANN : J. physiol, 75, 1932, 56.

(2). WENDEL, GRIFFITH & NELSON : J. Biol. Chem., 131, 1939, 567; 132, 1940, 627, 639.
WENDEL & GRIFFITH : J. Nutrition., 19, 1940, 437; 21, 1941, 291;
J. Amer. Chem. Soc., 63, 1941, 929.

(3). JUKES : J. Biol. Chem, 134, 1940, 789.
HEGESTED, MILLS., ELEVEHJEM & HART : J. Biol. Chem., 138, 1941, 459.

(4). VIGNEAUD : J. Biol. Chem., 131, 1939, 57; 134, 1940, 787.
CHANNON., MANIFOLD & PLATT : Biochem. J., 34, 1940, 866.

(5). HEWITT : Trans. Amer. Fish. Soc., 66, 1936, 291; C. A., 31, 1937, 8033.

7　月　例　會

23 日　13・30　於　東海區水産研究所

1. 寒天ジエリー强度について
　　心太の水洗が及ぼす影響　　谷　井　潔
2. 海藻胞子の放出，散布及び着生　　須　藤　俊　造
3. テナガエビの生態学的研究
　　2. 霞ケ浦產テナガエビの地域性について　　久　保　伊　津　男
4. 魚油の栄養價に関する研究　第2報
　　重合イワシ油の栄養價　其ノ1　　東　秀　雄・金　田　尙　志
5. 魚肉鮮度簡易測定法（第4報）
　　天　野　慶　之・内　山　均・富　谷　章　子
6. 硝酸銀滴定による水産食品の塩分簡易定量について
　　天　野　慶　之・内　山　均

ール含量は哺乳動物脳のコレステロール含量に殆んど等しい。従つて魚類の脳はコレステロール製造の良い原料と考へられる。燐脂体の含量も高等動物とほとんど等しいが，セレブロシツド含量は稍少ない。但しサメの類はコレステロール含量も，燐脂体含量も硬骨魚に比して少ない。硬骨魚に於ても淡水産のコイは海産魚に比しコレステロール及び燐脂体含量が稍少ない様である。尚マグロ，タラ，カツヲ脳の燐脂体を BLOOR[3]，KIRK[4]，ARTOM[5] 等の方法により分別した結果主としてレシチン及びケフアリンより成り，スラインゴミエリン區分は存在せざるか或は微量存在するに過ぎなかつた。

文献

(1). 須藤： 医化学的微量測定法 p. 51, 208.

(2). FAWAZ, G., LIEB, H., u. ZACHERL, M. K.： Biochem. Z., 293, 1937, 121.

(3). BLOOR, W. R.： J. Biol. Chem., 82, 1929, 273.

(4). KIRK, E.： J. Biol. Chem., 123, 1938, 623.

(5). ARTOM, C., & FREEMAN, J. A.： J. Biol. Chem., 135, 1940, 59.

日本水産学会誌, 15 (3).

ERRATA

Page	Line	Error	Correction
125	13	wey	way
〃	18	Kake	Lake
〃	19	Station	stations
〃	23	Ttation	Station
126	35	snmmer-type	summer-type
127	19	fenale	female
128	16—17	Frsquency	Frequency
〃	19	8	3
129	4	watrr-temperature	water-temperature
〃	5	becomes in summer	becomes summer
〃	5	tne	the
〃	12	wich	which
〃	17	Thes	This
〃	19	seeson	season
〃	19	howevers	however
〃	24	tne	the
〃	25	in Septembr	in September
〃	26	Octocer	October
〃	33	ayyeas	appears
〃	34	ef	of
〃	38	franciscorun	franciscorum
130	4	Prrefebture	Prefecture
〃	6	Lasumigaura	Kasumigaura
〃	12	Towaka	Towada

頁	行(上ヨリカゾヘテ)	誤	正
199	欄外	Fisheries Fac.	Fisheries,
200	14	熟分解	熱分解
200	18	よる phycoerythrin とは	よると phycoerythrin は
201	10	青縁	青緑

頁	行（上ヨリカゾヘテ）	誤	正
202	8	60°	90°
文	文献 1)	Kilin	Kylin
148	16, 17	テルペン	テルーペン
	17	従つて	従つで
	25	0.01～5.05%	0.01—0.05%
	33.	ので	のも
149	図 最右端	E 脱漏	
149	第 2 表	18	1/8
	第 2 表 下の行	最も最良	最良
150	本文 11 行目	19 %	10 %
151	15 行目	ヘキサメチソンテトラミン	ヘキサメチレンテトラミン

記　事

昭和二十四年度　役員改選　六月二十五日

会長　田内森三郎

監査　雨宮育作　岡田彌一郎

理事　中井甚二郎　花岡資　久保伊津男　松江吉行
檜山義夫　末廣恭雄　右田正男　内田惠太郎
東秀雄　立野新光

死亡者氏名

神田千代一　山本政民　倉茂英次郎　矢島太郎

昭和二十四年九月二十日印刷
昭和二十四年十月二十五日発行
第十五巻第六號
本號定價 60 圓
（送料別）

編集兼発行者　新田忠雄
東京都中央區月島三號地東海區水產研究所內

発行所　日本水產學會
東京都中央區月島三號地東海區水產研究所內

振替口座　東京 59529 番

印刷者　河原義隆
東京都杉並區清水町二一七

印刷所　河原印刷株式會社
東京都中央區日本橋兜町一ノ三
電話茅場町（66）3141—9

発賣所　大日本水產會
東京都中央區月島 3 號地
東海區水產研究所內